MANUAL TÉCNICO DE **EQUIPAMIENTOS EN EL MEDIO NATURAL**

FEDME
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE DEPORTES DE MONTAÑA Y ESCALADA
Comité de Seguridad

FEDME
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE DEPORTES DE MONTAÑA Y ESCALADA

e-campus eeAm

© **Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada. Comité de seguridad FEDME.**

Autores: Gael González, Íñigo Ayllón, María Virginia Martínez, Antonio Joaquín Sánchez, Felipe Guinda, Javier Flores, David Mora, Juan Carlos Castaño, Carlos Expósito, Carlos Vidal, Paco Colomer, Miguel Seoane, Pedro Pons, Eduardo de Deus, Alberto Martínez, Vicente Banegas y José Manuel Moreno.

Coordinación: Gael González Allona.

Título: MANUAL TÉCNICO DE EQUIPAMIENTOS EN EL MEDIO NATURAL.

Fecha: Enero 2021

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN. Págs: 5-7

1. CONSIDERACIONES JURÍDICAS. Págs: 9-33

2. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES. Págs: 35-66

3. CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS. Págs: 69-82

4. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

4.1 La física de la caída y del anclaje. Págs: 87-110

4.2 Tipos de anclajes. Págs: 113-129

4.3 Procedimientos de instalación según tipos de anclaje. Págs: 131-140

4.4 Cadenas o instalaciones de descuelgue. Características e instalación. Págs: 143-151

4.5 Material para la instalación. Págs: 153-165

4.6 Los aceros y la corrosión. Págs: 167-182

4.7 Geología y equipamiento en el medio natural. Págs: 185-203

4 8 Reequipamientos. Págs: 205-217

5. CONSIDERACIONES LABORALES. Págs: 219-237

PARTE ESPECÍFICA ESCALADA. Págs: 239-289

PARTE ESPECÍFICA BARRANCOS. Págs: 291-319

PARTE ESPECÍFICA VÍAS FERRATAS. Págs: 321-343

INTRODUCCIÓN

El artículo 8 de la Ley 10/1990 de 15 de octubre del Deporte establece como competencia del Consejo Superior de Deportes, entre otras, la actualización permanente del Censo de Instalaciones Deportivas en colaboración con las comunidades autónomas, que tienen en sus respectivas normativas las competencias de realizar el Censo o Inventario de Infraestructuras Deportivas.

El Censo Nacional de Instalaciones Deportivas está orientado a ser un instrumento de planificación y toma de decisiones en materia de instalaciones deportivas. Así, en el año 1986 se realizó el I Censo Nacional de Instalaciones Deportivas, y en 1998 el II Censo Nacional de Instalaciones Deportivas.

Tras estos estudios se venía observando un cambio en la dinámica de la práctica deportiva, especialmente un incremento de demanda de nuevas prácticas y de modalidades que se desarrollaban en el entorno natural. Esta situación propició que en el censo de 2005 se contemplaran los datos de los espacios deportivos atendiendo a una nueva clasificación. Los espacios deportivos públicos o privados, según el Manual de Interpretación del Censo Nacional de Instalaciones Deportivas 2005, se clasificaron en tres categorías.

Convencionales: espacios construidos para la práctica deportiva correspondientes a las tipologías más tradicionales (pistas, pabellones, campos, piscinas, etc.)

Singulares: espacios construidos para la práctica deportiva que, aunque pudiendo estar reglada, presentan unas dimensiones y características especiales adaptadas al lugar de su ubicación (campos de golf, circuitos de carrera a pie, de bicicleta o de motor, zonas de deportes de invierno, rocódromos, espacios para hípica, pistas monopatín, etc.)

Áreas de actividad: son áreas que se utilizan habitualmente para el desarrollo de actividades físicodeportivas porque se han adaptado o simplemente se utilizan de manera frecuente para dichas prácticas. Sus características principales son la no definición de sus límites y el medio en el que se desarrolla la actividad: terrestre, acuático o aéreo.

1. Áreas terrestres: senderos, zonas de escalada, recorridos, etc.
2. Áreas aéreas: zonas de vuelo, paracaidismo, etc.
3. Áreas acuáticas: vela, surf, esquí acuático, remo y piragüismo, etc.

Es en estas "**áreas de actividad**" donde encontramos las instalaciones que utilizamos en nuestras actividades: los senderos, las paredes de escalada, los barrancos o las vías ferratas.

Las áreas de actividad deportiva son espacios de difícil catalogación en cuanto a sus límites y características, por ello hay que advertir que ni mucho menos se han registrado todos los espacios. Por poner un ejemplo, en la provincia de Huesca se incluyen únicamente en el censo de 2005, 76 senderos, 45 zonas de barrancos, 20 zonas de escalada o 3 vías ferratas…

Somos conscientes de la singularidad y especial complejidad de este tipo de instalaciones deportivas, de la indefinición de sus límites, del hecho de que estén expuestos a las inclemencias meteorológicas y a cualquier movimiento natural que escapa al hombre al no tratarse de infraestructuras creadas y controladas 100% por la pericia humana.

Igualmente, vemos con preocupación los problemas de seguridad que se están generando, actuaciones y reequipamientos sin seguir patrones y estándares de una mínima calidad.

Debemos concienciarnos de que la inclusión de nuestras áreas de actividad en este Censo Nacional de Instalaciones Deportivas nos exige, tanto a nosotros como a la administración, tener presente una necesaria planificación de mejora de las instalaciones existentes, así como en la construcción de otras nuevas, aplicando criterios de racionalidad y convivencia.

La concepción y el diseño de nuevas instalaciones deben responder a las actuales demandas deportivas y sociales, y éstas no son inmutables. Se van transformando con el tiempo. Lo que antes no estaba regulado, ahora sí. Y un espacio donde antes solo había unas pocas vías de escalada, ahora puede estar saturado de equipamientos. Y eso no es sostenible.

Debe existir un equilibrio en los proyectos futuros de equipamientos entre los intereses de iniciativas públicas con los de otras privadas. Hay que trabajar por conseguir instalaciones sostenibles. Cualquier amante del medio natural siente herido lo más profundo de su interior ante un paisaje de hierros y chatarra oxidada, o ante paredes agujereadas y equipadas sin sentido en el medio natural.

Creemos que se debe fomentar la calidad y un grado mínimo de seguridad en el equipamiento de las instalaciones deportivas, sobre todo en zonas muy frecuentadas y de iniciación.

Consideramos que cada proyecto de construcción o remodelación de una instalación deportiva debe llevar aparejado el correspondiente programa de mantenimiento y gestión, especialmente en los promovidos o subvencionados por las administraciones públicas.

Estos proyectos de gestión deben realizarse por equipos variados y multidisciplinares, en donde participen tanto técnicos en equipamientos, como especialistas en seguridad y medio ambiente.

Estamos convencidos de que el desarrollo sostenible del medio natural está asociado al aumento del bienestar individual, pero sobre todo al colectivo. Lo que hoy hagamos debe satisfacer nuestras necesidades actuales, pero sin comprometer nunca los recursos y posibilidades de las generaciones futuras.

Alberto Ayora, Presidente FEDME.

MÓDULO 1

CONSIDERACIONES JURÍDICAS DEL EQUIPAMIENTO

Por: **Gael González Allona e Íñigo Ayllón Navarro**

INTRODUCCIÓN

Una manía que tenemos los juristas y que a su vez es la razón de ser del derecho es la de regular las relaciones entre las personas. Por suerte o por desgracia, el derecho suele ir "a remolque" de la sociedad, por lo que normalmente cuando llega el derecho es porque ya se ha evidenciado algún conflicto de intereses entre ciudadanos, entre ciudadanos y administración o entre ciudadanos y otro tipo de entidades privadas como son las asociaciones, las federaciones o las empresas. Con ello quiero decir que lo que aquí se pretende es dar pautas para, utilizando el Ordenamiento Jurídico como herramienta, encontrar soluciones a las diferentes problemáticas detectadas en relación con esta actividad.

Normalmente pensamos en responsabilidad y automáticamente en accidente, pero no siempre es así. Se ha podido provocar un daño a una persona o a una cosa a lo largo del tiempo sin necesidad de que sea un suceso repentino, o se puede ser responsable en el ámbito administrativo por haber cometido una infracción, aunque ésta no haya provocado ningún daño real. Establecer las relaciones entre cada uno de estos conceptos, explicar cómo se harían "bien" las cosas para no generar daños a otras personas, ni a no-

sotros mismos en términos de una posible sanción administrativa o condena civil o penal, es el principal cometido de este módulo.

Si desgraciadamente ocurre un accidente en los términos que conocemos, entonces será clave no perder de vista en ningún momento que **lo que acepta el usuario al acceder a un deporte de riesgo es precisamente el riesgo inherente al mismo, no el riesgo adicional generado por conductas negligentes**. Un jugador de pádel asume el riesgo de torcerse el tobillo, sufrir contusiones, recibir un pelotazo etc., pero no asume el de cortarse con el cristal de la pista al estallar ante un pelotazo. Un senderista asume el riesgo inherente a la inestabilidad del terreno de montaña, pero no el de perderse debido a una señal incorrectamente colocada, diseñada o mantenida. Creo que ya nos vamos haciendo una idea.

OBJETIVOS

- Transmitir la idea de que las zonas de escalada, barrancos o vías ferratas, como instalaciones deportivas, están sujetas a una serie de exigencias relacionadas con la seguridad y la información al usuario, entre otros aspectos.

- Concienciar de que la instalación de anclajes a modo de equipamiento deportivo de uso público conlleva la necesaria observancia de unas normas de diligencia.

- Explicar que la responsabilidad de los agentes involucrados en un proyecto de equipamiento estará directamente relacionada con la causa del accidente, siendo imprescindible la relación de causalidad para depurarse responsabilidades.

Una advertencia previa que hemos de realizar es que esta aproximación jurídica al equipamiento tiene un marcado **cariz teórico**. La realidad de la escalada y los equipamientos en España es, aún hoy, suficientemente informal como para poder basar en evidencias legislativas y jurisprudenciales las diversas situaciones que pueden plantearse. En este sentido, el reciente camino de la profesionalización del sector y el creciente interés de las administraciones públicas en estas instalaciones auguran una temprana e intensa presencia del Derecho en nuestras paredes.

PREVIO. BREVE INTRODUCCIÓN JURÍDICA

Hay **cuatro fuentes principales de Derecho**: la ley, la costumbre, los principios generales del derecho y la jurisprudencia, aunque también hay otras como la doctrina o los convenios, por ejemplo. Actualmente, la ley es la que tiene prevalencia en nuestro sistema (**principio de legalidad**, art. 9.3 CE) y ello deriva del S. XVIII, de la creación del Estado tal cual lo conocemos hoy. La Ley, concepto aparentemente sencillo a priori, esconde sin embargo un sistema complejo.

Lo primero que deberíamos hacer para saber cómo está regulada una situación y atendiendo al **principio de competencia** sería discernir qué administración es competente al respecto. Para ello, la primera pista la encontramos en los arts. 148 y 149 CE y en los Estatutos de Autonomía.

Para el tema que nos ocupa, es importante que seamos conscientes de que los aspectos relativos a la PROPIEDAD y a la EDUCACIÓN/FORMACIÓN son competencia exclusiva del Estado, de modo que las normas existentes al efecto se aplican en todo el ámbito territorial del Estado.

Por contra, las disposiciones relativas a la protección del MEDIO AMBIENTE, así como las reguladoras de la PROTECCIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS se componen de leyes de carácter nacional que configuran el marco básico de protección, y de normas autonómicas que lo desarrollan y adaptan a cada comunidad autónoma. Todo lo relativo a la legislación medioambiental y a cómo afecta a la actividad de equipar en el medio natural se tratará en el siguiente módulo específico: Consideraciones medioambientales del equipamiento.

En lo referente al aspecto INDUSTRIAL, nos encontramos con una complicación añadida, pues además de normas de carácter nacional como la Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio) que establece el carácter de legislación básica de algunos de sus artículos, también han legislado las CCAA desarrollando esos "básicos" y regulando con carácter exclusivo el resto de temas. A estas normas jurídicas, obligatorias para todos los ciudadanos dentro de su ámbito de aplicación y emanadas de los poderes públicos (del poder legislativo en forma de leyes, y del poder ejecutivo en forma de reglamentos o decretos leyes y decretos legislativos, ambos con rango de ley) se suman las normas que provienen de organismos privados, como por ejemplo las normas UNE o las normas UIAA.

En lo referente al plano PROFESIONAL, existen varias opciones para exigir cierta titulación o competencias a la hora de desarrollar una profesión. Actualmente existen diferentes profesiones del sector industrial relacionadas con la familia de "instaladores", como la de instalador de aparatos a presión o la de instalador de gas, que están reguladas a nivel nacional y cuyas titulaciones son exigibles en todo el país para poder trabajar. Una profesión no estará regulada si no hay una norma que exija el cumplimiento de determinados requisitos para poder acceder a la profesión.

En lo que atañe al plano DEPORTIVO, la competencia sobre promoción del deporte es exclusiva de las CCAA, y así la han asumido todas ellas en los 19 estatutos de autonomía. El Estado se reserva una competencia residual sobre todo de coordinación en lo referente a competiciones internacionales, asociaciones y federaciones de carácter nacional, si bien nuestro interlocutor más habitual en estos temas será la Consejería de Deporte de cada comunidad autónoma.

Dicho esto, y una vez entendido que debemos de tener muy presente el principio de competencia antes de analizar cualquier supuesto de hecho, me referiré a otros tres principios generales del derecho que nos pueden ayudar a entender cómo funciona nuestra principal fuente de derecho, la legislación, y que son el principios de jerarquía normativa, el de temporalidad y el de especialidad.

1.- Entre normas que regulen el mismo supuesto de hecho, la norma de mayor rango prevalece sobre la de menor.

2.- Entre normas de igual rango que regulen el mismo supuesto de hecho, la norma más reciente prevalece sobre la más antigua.

3.- Entre normas de igual rango que regulen el mismo supuesto de hecho prevalece la que tenga una relación más directa con el mismo.

1. PROPIEDAD

Desde una perspectiva jurídica, equipar una instalación para uso público deportivo consiste en realizar una **obra** en el medio natural, entendiendo por obra "el resultado de un conjunto de trabajos de construcción o de ingeniería civil, destinado a cumplir por sí mismo una función económica o técnica, que tenga por

objeto un bien inmueble". También se considerará obra "la realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o de su vuelo, o de mejora del medio físico o natural", según contempla el art. 13.2 Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, LCSP en adelante. Circunscrito a nuestro ámbito, se entiende por **equipamiento deportivo** los recursos materiales, fijos o móviles, necesarios para el desarrollo del deporte con que cuenta una instalación deportiva.

1.1. De las paredes. Casi todo tiene dueño

En nuestro Ordenamiento Jurídico, el principal de los derechos sobre los bienes es el de propiedad, pero ¿todo tiene un dueño? La mayoría de cosas sí, excepto las cosas comunes a todos (res comunes omnium) o, como se las llamaba en antiguos códigos de derecho, las pertenecientes «a todos los seres vivos».

¿Son las paredes donde equipamos y los cauces de los ríos que descendemos con ayuda de instalaciones fijas "cosas comunes"? ¿O son bienes públicos? ¿Cuál es la diferencia? ¿Pueden ser privados?

Las cosas comunes materiales se caracterizan por ser limitadas, pues pueden agotarse o deteriorarse. Tal circunstancia explica que el Derecho tienda a establecer límites a su utilización.

Entre las cosas comunes materiales cabe destacar: "el aire, las aguas marinas, los espacios internacionales declarados patrimonio común de la humanidad, como el alta mar, y los grandes fondos marinos (Convención de Derecho del Mar, Montego Bay, 1982), la Antártida (Tratado de Washington, 1959) y todo el espacio extra-atmosférico (Tratado Espacial de Naciones Unidas, 1966)" (López Ramón, 2011, pag. 14).

Como veis, no aparece el suelo, porque este es **perfectamente apropiable**, y si acudimos a la Ley del Suelo[1], veremos que el derecho de propiedad del suelo comprende las facultades de uso, disfrute, disposición y explotación del mismo, y que, además, estas facultades del propietario alcanzan al vuelo y al subsuelo. En el caso del suelo calificado como rural, que es el tipo de suelo en el que normalmente nos encontraremos (a diferencia del urbano), debe utilizarse para uso agrícola, forestal, ganadero, cinegético o cualquier otro uso

[1] Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

vinculado con la utilización racional de los recursos y siempre con el límite de los valores a preservar (aquí encontraremos las limitaciones de la legislación medioambiental).

Dicho esto, e independientemente de quién ostente la propiedad de dicho suelo, sea una administración pública o un particular, parece que deberíamos preguntarnos: ¿una instalación deportiva de uso público afecta al uso, disfrute, disposición y explotación de este terreno? La respuesta, evidente, es sí.

Llegados a este punto, por tanto, empieza a ser relevante de quién es este suelo, para saber a quién y cómo deberíamos dirigirnos a preguntar si podríamos equipar una instalación deportiva sobre su suelo. La pregunta sería algo así: ¿podemos colocar aquí unos anclajes fijos para que pueda venir a practicar a este lugar escalada/barranquismo/VF cualquier persona sin supervisión?

1.2. Del material. ¿Qué sucede una vez instalado en propiedad de otra persona?

Art. 353 Código Civil: "***La propiedad de los bienes da derecho por accesión a todo lo que ellos producen, o se les une o incorpora, natural o artificialmente***".

Art. 358 CC: "***Lo edificado, plantado o sembrado en predios ajenos, y las mejoras o reparaciones hechas en ellos, pertenecen al dueño de los mismos con sujeción a lo que se dispone en los artículos siguientes***".

Art. 359 CC: "***Todas las obras, siembras y plantaciones se presumen hechas por el propietario y a su costa, mientras no se pruebe lo contrario***".

Art. 361 CC: "***El dueño del terreno en que se edificare, sembrare o plantare de buena fe tendrá derecho a hacer suya la obra, siembra o plantación, previa la indemnización establecida en los artículos 453 y 454, o a obligar al que fabricó o plantó a pagarle el precio del terreno, y al que sembró, la renta correspondiente***".

Art. 362 CC: "***El que edifica, planta o siembra de mala fe en terreno ajeno pierde lo edificado, plantado o sembrado, sin derecho a indemnización***".

Art. 363 CC: "***El dueño del terreno en que se haya edificado, plantado o sembrado con mala fe puede exigir la demolición de la obra o que se arranque la plantación y siembra, reponiendo las cosas a su estado primitivo a costa del que edificó, plantó o sembró***".

Art. 364 CC: "***Cuando haya habido mala fe, no sólo por parte del que edifica, siembra o planta en terreno ajeno, sino también por parte del dueño de éste, los derechos de uno y otro serán los mismos que tendrían si hubieran procedido ambos de buena fe. Se entiende haber mala fe por parte del dueño siempre que el hecho se hubiere ejecutado a su vista, ciencia y paciencia, sin oponerse***".

Como se puede intuir, una de las claves de todo esto es la buena o mala fe con que actúen las partes, pero ¿qué se entiende por buena o mala fe en el comportamiento del equipador? ¿y en el dueño?

El equipador actuaría con mala fe siempre que supiera que está equipando en propiedad ajena y no solicitara autorización del propietario. En el caso del propietario, se entenderá que actúa con mala fe siempre que fuera consciente de que se está equipando en su terreno y consintiera la obra durante su ejecución.

A partir de aquí, existen varias situaciones posibles:

1.- Equipador MALA FE - Propietario MALA FE y Equipador BUENA FE - Propietario BUENA FE: el propietario tiene dos opciones:

a) Consumar la accesión (mantener la instalación como parte de la pared) abonando una indemnización al equipador (se entiende equivalente al valor de lo incorporado).
b) Intentar la venta del terreno al equipador.

2.- Equipador MALA FE - Propietario BUENA FE: equipo en propiedad ajena y el propietario no sabe nada hasta que un día se encuentra la instalación: el propietario tiene derecho a exigir que se desequipe y que el coste lo asuma el equipador.

Quedarse en esta perspectiva, sin embargo, tratando una instalación en el medio natural tan solo como

una sucesión de anclajes colocados en la roca, está muy alejado de la realidad. Las implicaciones que ello supone al propietario/a del terreno, a la administración, a la fauna y flora del entorno, a los vecinos/as de los alrededores, al colectivo escalador o al colectivo equipador van más allá de los derechos sobre el material fijado a la roca. La clave de la importancia de estas instalaciones ancladas en la pared es que son instalaciones, pero instalaciones deportivas de uso público. El añadir "deportivas de uso público" abre un elevado número de matices a tener en cuenta, y no solo a nivel jurídico sino también a nivel social, cultural, económico, medioambiental...

1.3. Titularidad pública

Que un bien sea de titularidad pública implica automáticamente que su propietaria será una administración. Podrá ser la Administración General del Estado (AGE), la Administración autonómica o bien alguna de las Administraciones públicas de carácter territorial reconocidas como provincias, islas, municipios o comarcas.

En primer lugar, debemos tener claro que, como contempla el art. 4 de la Ley 33/2003, de 3 de noviembre, del Patrimonio de las Administraciones Públicas (LPAP), "*por razón del régimen jurídico al que están sujetos, los bienes y derechos que integran el patrimonio de las Administraciones públicas pueden ser de dominio público o demaniales y de dominio privado o patrimoniales*". En su art. 5.1 se no dice: "***Son bienes y derechos de dominio público*** *los que, siendo de titularidad pública, se encuentren afectados al uso general o al servicio público, así como aquellos a los que una ley otorgue expresamente el carácter de demaniales*".

Por mandato constitucional del art. 132 CE, estos bienes son inalienables, imprescriptibles e inembargables, a diferencia de los patrimoniales que no se rigen por estos mismos principios.

El art. 7.1 LPAP establece que "***Son bienes y derechos de dominio privado*** o patrimoniales los que, siendo de titularidad de las Administraciones públicas, no tengan el carácter de demaniales".

El art. 339 CC ayuda a entender el concepto de bien demanial con varios ejemplos: "*Son bienes de dominio público: 1.º Los destinados al uso público, como los caminos, canales, ríos, torrentes, puertos y puentes construidos por el Estado, las riberas, playas, radas y otros análogos. 2.º Los que pertenecen privativamente al Estado, sin ser*

de uso común, y están destinados a algún servicio público o al fomento de la riqueza nacional, como las murallas, fortalezas y demás obras de defensa del territorio, y las minas, mientras que no se otorgue su concesión".

¿Y en qué nos puede afectar a la hora de abordar un proyecto de equipamiento o reequipamiento si una pared es un bien público demanial (de dominio público) o patrimonial (de dominio privado)?

En ambos casos, para poder realizar nuestra instalación, tendríamos la opción de suscribir con la administración titular uno de estos dos tipos de contratos: Contrato de obras públicas o Contrato de concesión de obras públicas.

La principal diferencia entre ambos es que en el primero la administración subcontrata la **ejecución de una obra** a cambio de un precio, imponiendo los requisitos que considere de calidad y seguridad en el pliego, y en el segundo, el objeto del contrato, además de la ejecución, comprende la restauración, conservación y mantenimiento, y el contratista no recibe un precio por ello de la administración, sino que la contraprestación es el **derecho a explotar dicha obra** (a veces también complementado con un precio, pero no siempre). La Administración traslada además el "riesgo operacional" o "riesgo de demanda" al concesionario, que se refiere a la posibilidad de que el concesionario no recupere la inversión realizada.

La Administración iniciaría un procedimiento de concurso en régimen de concurrencia imponiendo los requisitos que considere de calidad y seguridad en el pliego de prescripciones técnicas, y la empresa o autónomo que cumpla mejor los requisitos establecidos resultará adjudicatario del contrato.

Pero si el terreno en cuestión es un bien demanial (por ejemplo porque se encuentra en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública o se trata de un Monte Comunal) habría que analizar exactamente qué necesito de la administración respecto de ese terreno, ya que si va a suponer un **uso privativo**, entendiendo por tal "*el que determina la ocupación de una porción del dominio público, de modo que se limita o excluye la utilización del mismo por otros interesados*" y siendo dicha ocupación realizada con obras o instalaciones fijas, dicho uso deberá estar amparado por la correspondiente concesión administrativa cuyo fundamento es otorgar el derecho a la ocupación de una porción de dominio público. Se trata de un régimen jurídico especial dada la importancia del bien solicitado al estar afecto a algún uso o servicio público.

En este enlace se puede conocer un ejemplo, el de la VF de Cala Molí, equipada en el Dominio Público Marítimo Terrestre donde la concesión administrativa se otorga en favor del Ayuntamiento de Sant Feliu De Guíxols.

También hay que tener en cuenta lo previsto en el art. 91.4.2º párr. LPAP[2] debido al carácter público de la obra que se instala, por lo que el tema puede resultar complejo y habría que estudiar en cada caso cuál es el instrumento administrativo más adecuado.

Consideración al Dominio Público Hidráulico

Dice el art. 2 de la Ley de Aguas[3] que los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas forman parte del Dominio Público Hidráulico del Estado. En su art. 23 refiere que la administración y control del dominio público hidráulico es una de las funciones de los organismos reguladores de cuenca, es decir, de las Confederaciones Hidrográficas, las cuales son organismos autónomos. Ellas serán las encargadas del otorgamiento de autorizaciones y concesiones referentes al dominio público hidráulico, así como de la inspección y vigilancia del cumplimiento de las condiciones de concesiones y autorizaciones una vez concedidas.
Para equipar un barranco, es decir, para realizar una instalación permanente en un cauce que se utilizará con un fin deportivo, habrá que pedir autorización a la Confederación Hidrográfica competente. Igualmente, si se va a realizar la instalación en la zona de policía, que alcanza hasta 100 metros desde cada orilla del cauce.

1.4. Titularidad privada

Art. 348 CC: "*La propiedad es el derecho de gozar y disponer de una cosa, sin más limitaciones que las establecidas en las leyes. El propietario tiene acción contra el tenedor y el poseedor de la cosa para reivindicarla*".

[2] 4. Las autorizaciones y concesiones que habiliten para una ocupación de bienes de dominio público que sea necesaria para la ejecución de un contrato administrativo deberán ser otorgadas por la Administración que sea su titular, y se considerarán accesorias de aquél. Estas autorizaciones y concesiones estarán vinculadas a dicho contrato a efectos de otorgamiento, duración y vigencia y transmisibilidad, sin perjuicio de la aprobación e informes a que se refieren los apartados anteriores de este artículo.
No será necesario obtener estas autorizaciones o concesiones cuando el contrato administrativo habilite para la ocupación de los bienes dedominio público.

[3] Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

El equipador interesado en obtener una **cesión de uso** de un terreno privado debe solicitar permiso al titular y suscribir un contrato de comodato en el caso de que la cesión de uso del terreno se haga con carácter gratuito, o bien un contrato de arrendamiento en caso de pactar una contraprestación económica por el uso del terreno.

El Comodato se define en el Código Civil como un préstamo gratuito de cosa no fungible, delimitado temporalmente. "*El comodante conserva la propiedad de la cosa prestada. El comodatario adquiere el uso de ella, pero no los frutos; si interviene algún emolumento que haya de pagar el que adquiere el uso, la convención deja de ser comodato*" (Art. 1741 CC).

El art. 1543 CC define así el arrendamiento: "E*n el arrendamiento de cosas, una de las partes se obliga a dar a la otra el goce o uso de una cosa por tiempo determinado y precio cierto*".

2. INSTALACIÓN DEPORTIVA, USO PÚBLICO Y PROTECCIÓN DEL USUARIO

Art. 43.3 CE: "*Los poderes públicos fomentarán la educación sanitaria, la educación física y el deporte. Asimismo facilitarán la adecuada utilización del ocio*".

Art. 148.1.19 CE: "*Las comunidades autónomas podrán asumir la competencia exclusiva de la promoción del deporte y de la adecuada utilización del ocio*".

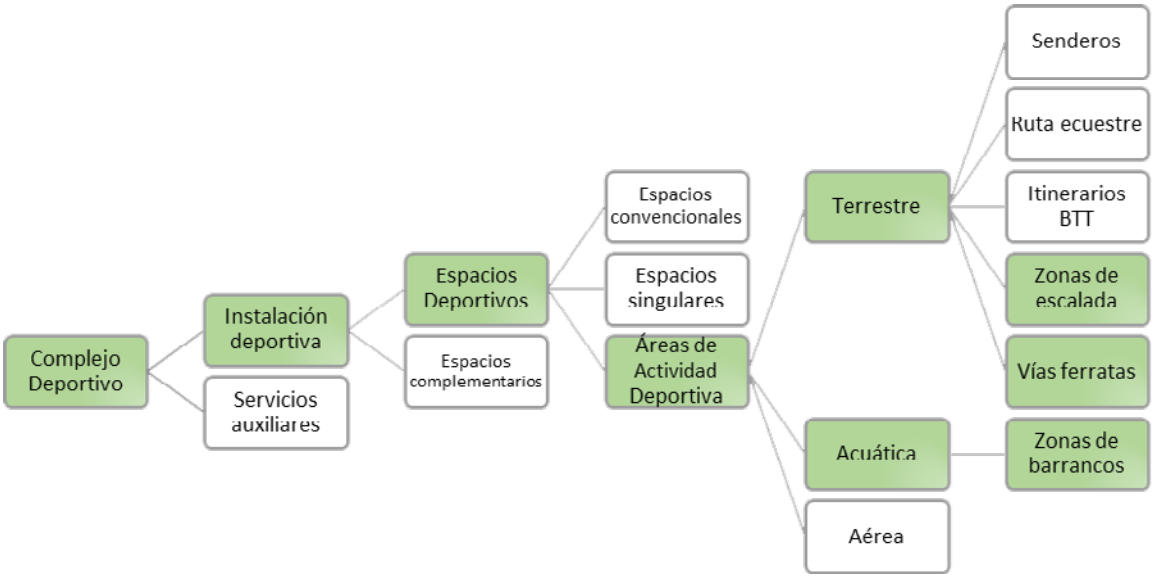
Y así lo han hecho todas ellas, primero asumiendo la competencia en sus respectivos estatutos de autonomía, y después publicando, también en su conjunto, su propia ley del deporte.

¿En qué me puede afectar como equipador la ley del deporte de mi comunidad autónoma? La relación viene dada por la circunstancia de que los anclajes que equipamos en un barranco o una pared constituyen el equipamiento de una instalación deportiva. Son los recursos materiales, fijos o móviles necesarios para el desarrollo del deporte con que cuenta una instalación deportiva. En España existe una herramienta fundamental que concentra el grueso de información al respecto: los Censos de Instalaciones Deportivas (CID en adelante).

Una definición completa y muy didáctica sobre qué es el CID la encontramos en el art. 51.2 de la reciente Ley 1/2019, de 30 de enero, de la Actividad Física y el Deporte de Canarias (LDC):

"*El censo es un recuento descriptivo y sistematizado de los espacios deportivos, incluidos los espacios naturales, su distribución geográfica, diversificación, tipologías, incidencia de los distintos agentes propietarios y gestores, nivel de equipamiento de zonas determinadas, y otras parámetros necesarios para realizar una correcta planificación de las inversiones públicas en materia deportiva, para que el conjunto de administraciones públicas competentes en la materia puedan disponer de la mayor y mejor información posible de cara a la toma racional de decisiones en su ámbito competencial, optimizando el desarrollo y programación de equipamientos deportivos y recreativos*"

Las Áreas de actividad Deportiva son espacios no estrictamente deportivos, como por ejemplo los espacios naturales, sobre los que se desarrollan actividades físico-deportivas porque se han adaptado o porque se utilizan habitualmente para el desarrollo de las mismas. La indefinición de los límites y de características específicas de estas áreas dificulta su dimensionado y la recogida de datos de las mismas.



A mí me gusta hablar de **Áreas Verticales de Actividad Deportiva (AVAD)** para referirnos a todas las áreas deportivas usadas para el desarrollo de actividades físico deportivas donde el núcleo de dicha actividad sea el de ascender o descender por la vertical en el Medio Natural.

En este enlace podéis consultar el cuestionario utilizado por los agentes censales en el trabajo de campo, con todos los aspectos que se consideran.

¿Pero cuál es la diferencia entre que una instalación esté censada o no? ¿Los miles de vías de escalada deportiva ya equipadas y no censadas (solo están censadas unas 8.300 vías) no son instalaciones deportivas? ¿Y los cientos de barrancos y VVFF equipados?

El Censo de Instalaciones Deportivas no es más que un registro administrativo con fines estadísticos, pero el hecho de que zonas de escalada, zonas de barrancos y VVFF sean susceptibles de ser censadas les otorga el carácter de instalación deportiva, pues están reconocidas como tal explícitamente por la administración. La Administración local, autonómica y general tiene la obligación de realizar este registro y mantenerlo actualizado, y los titulares de las instalaciones de facilitar toda la información solicitada.

Además, el estar incluida una instalación en el Censo, sí es requisito imprescindible para determinados aspectos, como puede ser el de "la celebración de competiciones oficiales y, en su caso, para la percepción de subvenciones o ayudas públicas de carácter deportivo, destinadas a la construcción o remodelación de esas instalaciones" (art. 64.4. Ley 16/2018, de 4 de diciembre, de la Actividad Física y el Deporte de Aragón (LDP), y 51.4 LDC, utilizando dos ejemplos de leyes del deporte de reciente aprobación).

Una instalación deportiva, por el hecho de serlo y sobre todo por el de ser de USO PÚBLICO, conlleva una serie de obligaciones en aras de garantizar la **protección del usuario**, porque el art. 51.1 CE contempla que: *"Los poderes públicos garantizarán la defensa de los consumidores y usuarios protegiendo, mediante procedimientos eficaces, la seguridad, la salud y los legítimos intereses económicos de los mismos*".

Podríamos resumir las exigencias genéricas en cuanto al contenido mínimo de la información que se debe ofrecer al usuario contempladas en el RD 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el

Texto Refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, del siguiente modo:

1. Firma[4] de un **Documento** donde explicamos las **Condiciones del servicio** y entrega de una copia al usuario.

2. Explicación de las **Instrucciones de uso de la instalación**, en el contrato y por medio de cartelería informativa repartida por la instalación.

3. Explicación de las **Advertencias de seguridad de la instalación**, en el contrato y por medio de cartelería informativa repartida por la instalación.

Dicha información, como parece obvio, no puede entregarse al usuario de cualquier manera dificultando su comprensión o lectura, sino que debe cumplir unos requisitos que garanticen que esta es realmente conocida y comprendida. Ello no quiere decir que deba de hacerse necesariamente en papel o de forma presencial, sino que pueden habilitarse diferentes opciones o procedimientos telemáticos que serían perfectamente válidos.
Este es un listado orientativo de la información que deberían brindar las instalaciones a sus usuarios:

1.- Titularidad de la instalación y, en su caso, del gestor o adjudicatario de la explotación.
2.- Características técnicas de la instalación y de su equipamiento.
3.- Calendario de apertura y horario de funcionamiento.
4.- Reglamento de uso, que incluya los derechos y obligaciones generales de los usuarios.
5.- Plan de emergencia, conforme a la normativa vigente.
6.- Aforo máximo permitido.
7.- Actividades físicas y deportes que se oferten.
8.- Nombre y titulación de las personas que desarrollen su actividad profesional en ella.

[4] En según qué casos, donde la exigencia de firma por parte de los usuarios sea imposible, innecesaria o excesiva por las características de la instalación o del recinto, habrá que garantizar que la información colocada in situ sea lo más completa posible, de calidad (que facilite la comprensión) y que esté correctamente ubicada en lugares de tránsito estratégicos.

9.- Tarifas, precios públicos, condiciones de pago y de devolución (si fueran de pago).

10.- Cobertura de riesgos.

Y en relación con el décimo punto, cabe señalar que las más recientes leyes autonómicas del deporte exigen que los **titulares de instalaciones deportivas de uso público deban suscribir un seguro obligatorio de responsabilidad civil** que cubra las contingencias producidas por la normal actividad deportiva que en ellas se desarrolle.

Como veremos más adelante, el hecho de que un ayuntamiento o una comunidad autónoma, cada una a su nivel, haya censado o no una instalación deportiva no le afecta en términos de responsabilidad, pues es su obligación hacerlo y garantizar que estas cumplen las exigencias legales, ya que es su competencia ejercer la función inspectora mediante labores de vigilancia y de comprobación del cumplimiento de las normas establecidas, o, en caso contrario, debe deshabilitar la instalación para el uso público. Que un ayuntamiento no cense un barranco, una zona de escalada o una vía ferrata no quiere decir que no existan o que no sean instalaciones deportivas, siempre y cuando se utilicen con ese fin.

Si un ayuntamiento no quiere ocuparse de destinar los recursos necesarios para garantizar los mínimos de seguridad y/o información de una instalación ya equipada, lo recomendable es que sea un tercero quien se encargue de la instalación, ya sea del mantenimiento, de la explotación de la misma o de su gestión. Para ello existen diversas fórmulas en la Ley de Contratos del Sector Público, ya mencionada.

3. INDUSTRIA

¿Cómo se construye una vía ferrata? ¿Cómo se colocan los anclajes en vías de escalada y barrancos para que una pared o el cauce de un río constituya un itinerario deportivo? ¿Hay que respetar algún tipo de normativa? Es decir, ¿cualquier persona, con cualquier material y con cualquier técnica, puede instalar elementos en la roca y brindar su uso deportivo al público en general?

El marco de la normativa industrial que rodea a este tipo de instalaciones deportivas es bastante complejo, fundamentalmente, porque no existe normativa específica (a excepción de la UNE-EN 16869 Diseño/cons-

trucción de vía ferrata) y porque a la legislación existente hay que sumar las normas técnicas emitidas por organismos privados.

El Estado, en virtud de, entre otros, el art. 149.1.13ª CE que le atribuye competencia exclusiva sobre las bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, dictó la Ley de Industria: Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. Esta ley, que tiene carácter de legislación básica en los artículos que menciono a continuación, es aplicable a la seguridad de las instalaciones en virtud de su art. 3.3. y 3.4.i), que alude a las actividades turísticas.

El art. 3.3 establece que "Las disposiciones sobre seguridad industrial serán de aplicación, en todo caso, a las instalaciones, equipos, actividades, procesos y productos industriales que utilicen o incorporen elementos, mecanismos o técnicas susceptibles de producir los daños a que se refiere el artículo 9".

El art. 9, ***Objeto de la seguridad***, dice así:

"*1. La seguridad industrial tiene por objeto la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente (...).* 2. *Las actividades de prevención y protección tendrán como finalidad limitar las causas que originen los riesgos (...). 3. Tendrán la consideración de riesgos relacionados con la seguridad industrial los que puedan producir lesiones o daños a personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, y en particular (...), así como cualquier otro que pudiera preverse en la normativa internacional aplicable sobre seguridad".*

Dado que la utilización de un AVAD (instalaciones) puede producir lesiones o daños a personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, considero que estamos ante un riesgo relacionado con la seguridad industrial, de modo que para minimizar el mismo habrá que estar a lo establecido en las leyes y reglamentos al efecto. Sin embargo, ni la Ley de Industria ni su reglamento establecen las condiciones mínimas de seguridad que deben de atenderse por parte de los proyectistas, diseñadores o instaladores.

Para ello hemos de acudir directamente a reglamentos específicos sobre materias concretas o a normas elaboradas por organismos de normalización cuyo cumplimiento podrá ser certificado posteriormente por entidades de acreditación o por cualquiera con suficientes conocimientos al efecto. El organismo de norma-

lización española son UNE, la Asociación Española de Normalización y la Entidad de Acreditación española, ENAC. La Asociación Española de Normalización es una entidad privada, multisectorial y sin fines lucrativos, designada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo como organismo nacional de normalización e integrante del CEN, el Comité Europeo de Normalización, representando al país. En el siguiente enlace podéis obtener toda la información acerca de este organismo o sus áreas de trabajo, que son muy numerosas: https://www.cen.eu/work/Pages/default.aspx

Llegados a este punto es fundamental entender la siguiente diferencia (art. 8 Ley de Industria):

- NORMA: La especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba un Organismo reconocido, a nivel nacional o internacional, por su actividad normativa.
- REGLAMENTO TÉCNICO: La especificación técnica relativa a productos, procesos o instalaciones industriales, establecida con carácter obligatorio a través de una disposición, para su fabricación, comercialización o utilización.

A nivel de armonización técnica, si bien dichas normas no son obligatorias por el carácter privado de su emisor (UNE, Asociación Española de Normalización), los titulares de instalaciones deportivas ya sean públicas o privadas disponen de una referencia de calidad y seguridad para la adquisición, dotación y construcción de los equipamientos e instalaciones deportivas. "*En caso de litigio los laboratorios de ensayo se basarán en los criterios de las normas para deslindar responsabilidades*" (Ministerio Educación, Febrero 2008).

Las normas europeas "*Gozan del reconocimiento de la Comisión Europea y de las administraciones nacionales como medio para demostrar el cumplimiento de las obligaciones legales*" (Asociación Española de Normalización).

Ello las sitúa en un escalón intermedio entre la voluntariedad y la obligatoriedad, lo que supone que administrativamente no se incurre en infracciones por no respetar una UNE, pero a efectos probatorios, en el seno de un procedimiento judicial, siempre se aludirá a estas en caso de que haya que depurar responsabilidades por cualquier daño o perjuicio asociado a un tipo de construcción normalizada en una UNE.

Para quien esté interesado en profundizar en conceptos como "homologación", "inspección" o "certificación", que se utilizan habitualmente aunque de forma poco rigurosa en muchas ocasiones, puede consultar estas y otras definiciones en el art. 8 de la Ley de Industria.

A la legislación nacional y autonómica, y a las normas UNE, hemos de sumar las normas UIAA -Unión Internacional de Asociaciones de Alpinismo (Federación Internacional de Montañismo y Escalada)-.

La etiqueta o *label* de seguridad de la UIAA se define como "*certificación que se otorga a equipos de montañismo y escalada garantizando que cumplen con los requisitos de la norma UIAA correspondiente*". "*La etiqueta de seguridad UIAA demuestra que un producto cumple con los estándares relevantes según lo determinado por la Comisión de Seguridad de la UIAA en colaboración con los titulares de etiquetas de seguridad*" (Reglamento de la Etiqueta de Seguridad UIAA, febrero 2019).

En este enlace os podéis informar más en profundidad sobre la etiqueta de seguridad UIAA y el reglamento de 2019 que la desarrolla.

La UIAA, en definitiva, es un estándar de calidad y seguridad en montaña, en lo que a equipamiento se refiere, y ello lo consigue a través de su **Etiqueta de Seguridad**, la cual se obtiene bien mediante informe de prueba de los Laboratorios de Prueba Acreditados por la UIAA, o a través de una certificación CE de conformidad para la Norma UIAA correspondiente, proporcionada y firmada por un laboratorio aprobado por la UIAA. Tan solo existen 18 en todo el mundo, 16 en Europa y dos en China. En España, el laboratorio acreditado por la Comisión de Seguridad UIAA es el Instituto de Investigación Textil AITEX, en Alcoi (Alicante), y solo para las siguientes normas: Cuerdas dinámicas UIAA 101, Cable de accesorios UIAA 102, Cinta UIAA 103, Eslingas UIAA 104, Arneses UIAA 105, Cuerdas de bajo estiramiento UIAA 107, Conectores / Mosquetones UIAA 121 y Poleas UIAA 127.

La UIAA fue la primera organización en crear estándares para el montañismo y la escalada en el mundo. Hoy, los estándares UIAA se basan en los estándares CEN para evitar la confusión de múltiples estándares. Los expertos de la Comisión de Seguridad en su mayoría también trabajan como expertos en CEN. Hasta la fecha tienen 23 normas[5]. En algunos casos, la UIAA solicita pruebas adicionales que hacen que el estándar sea más estricto que el CEN. Por lo tanto, los estándares UIAA pueden diferir ligeramente de los estándares CEN.

Como conclusión debemos saber que, **en términos de seguridad industrial, la legislación nos exige que minimicemos los daños y trabajemos en un entorno de "riesgo aceptable**". Para saber cómo trabajar de esa manera, en nuestro sector no existe una legislación a la que acudir, de modo que hemos de acudir a otros referentes diseñados por expertos, ya sea en diferentes disciplinas técnicas a nivel europeo (CEN) o en el ámbito internacional en el campo concreto del montañismo y la escalada (UIAA). En cualquier caso, tanto las UNE como las normas UIAA actuarán como parámetros de referencia sobre la DILIGENCIA aplicada por el instalador.

4. EL EQUIPADOR COMO PROFESIONAL

Un proyecto de equipamiento de una pared, de un barranco o de una vía ferrata requiere la intervención de, al menos, una persona.

¿Las personas intervinientes deben tener algún tipo de formación? ¿Puede diseñar e instalar anclajes en la roca y crear una instalación deportiva de uso público cualquier persona? ¿Se ha de adoptar algún tipo de medida de prevención de riesgos para el equipador durante la ejecución?

No existe ningún tipo de formación reglada para el técnico instalador, aunque sí hay formaciones impartidas por las marcas de fabricantes en relación a sus productos, además de formaciones federativas que han ido desarrollando algunas federaciones autonómicas de montaña. Ejemplos de técnicos instaladores regulados pueden ser el instalador de aparatos a presión, el de calefacción y climatización, el de fontanería, el de gas, el frigorífico, el nuclear y radioactivo o el montador electricista.

Pero aunque no existe una formación reglada específica sobre equipamiento, sí existen dos titulados, el TD Barrancos y el TD 2 y 3 Escalada, con competencias para ello desde el 30 de noviembre de 2019

[5] Cuerdas dinámicas UIAA 101, Cable de accesorios UIAA 102, Cinta UIAA 103, Eslingas UIAA 104, Arneses UIAA 105, UIAA 107 Cuerdas de bajo estiramiento, UIAA 121 Conectores / Mosquetones y UIAA 127 Poleas, 106 Helmets, 122 Piton 123 Rock Anchors 124 Chocks 125 Frictional Anchors 126 Rope Clamp 128 Energy Absorbing System EAS 129 Breaking Device 151 Ice Anchors 152 Ice Tools 153 Crampons 154 Snow anchors 155 Snow Pickets 156 Avalanche Rescue Shovels 161 Crash Pad

consecuencia de la publicación del RD 702/2019, de 29 de noviembre por el que se establecen los títulos de Técnico Deportivo en Barrancos, Técnico Deportivo en Escalada y Técnico Deportivo en Media Montaña, y se fijan sus currículos básicos, los requisitos de acceso y lo previsto expresamente en su Disposición adicional cuarta[6].

Estas son las competencias profesionales, personales y sociales[7] otorgadas a los TD Barrancos y TD Escalada, por ese orden, en relación con el equipamiento:

J) Diseñar e instalar equipamientos en itinerarios de acceso y descenso de barrancos, vías ferratas equipadas y parques de aventura en árboles o en estructuras artificiales, adaptándose a las condiciones del medio y la finalidad de la actividad, respetando las características de los materiales, los protocolos de seguridad establecidos y la normativa medioambiental (art. 14.j) RD 702/2019).

M) Diseñar recorridos, equipamientos y reequipamientos en zonas de escalada deportiva en roca, vías equipadas y semiequipadas, parques de aventura acotados e instalaciones de cuerda estables, e instalar los equipamientos adaptándose a las condiciones del medio y la finalidad de la actividad, respetando las características y normativas de los materiales y medioambientales y los protocolos de seguridad establecidos (art. 18.m) RD 702/2019).

Por otro lado, en lo que respecta a la dirección del proyecto técnico de una vía ferrata, por ejemplo, podemos afirmar que requiere de un Ingeniero Técnico de Obras Públicas, de un Graduado en Ingeniería Civil o de un Arquitecto Técnico.

Asimismo, consideramos que sería recomendable también en algunos proyectos de equipamiento de zonas de escalada y barrancos. Teniendo un **director del proyecto** (Ingeniero o Arquitecto Técnico) y un **director de obra** (él mismo o un Técnico Superior en Proyectos de Ingeniería Civil o un Técnico Superior en Organi-

6 Los títulos de Técnico Deportivo en Barrancos, Técnico Deportivo en Escalada y Técnico Deportivo en Media Montaña, establecidos en el Real Decreto 318/2000, de 3 de marzo, tendrán, respectivamente, los mismos efectos profesionales y académicos que los títulos de Técnico Deportivo en Barrancos, Técnico Deportivo en Escalada y Técnico Deportivo en Media Montaña establecidos en el presente real decreto.
7 El **perfil profesional** de un titulado en formación profesional se compone de la competencia general, las profesionales, personales y sociales (estas) y las cualificaciones profesionales y unidades de competencia.

zación y Control de Obras de Construcción), actuaría la protección de la cadena de responsabilidad frente al técnico, el cual realizaría su trabajo de manera más cómoda gracias a la supervisión técnica y a la existencia de un proyecto que le guiara en su actuación. En aras a la seguridad ya no estaría solo en la colocación correcta o incorrecta de un anclaje o en su elección, sino que se sumarían el proyecto, los cálculos, la elección de uno u otro material, el diseño del plan de mantenimiento, etc.

Entonces... ¿Se puede equipar sin formación al respecto? Es importante incidir de nuevo en el concepto de uso público, pues ello nos lleva a concluir que es labor del ayuntamiento correspondiente realizar esa supervisión para garantizar la seguridad de sus vecinos y exigir los requisitos que considere necesarios en lo que a la construcción de estas instalaciones deportivas en su término se refiere. Un ejemplo es el Ayuntamiento de Cuenca, en colaboración con la FDMCM.

Si asumo un proyecto de equipamiento encargado por un club con carácter voluntario o si el mismo club me remunera mi trabajo, ¿qué diferencia hay? Como técnico equipador, al no tratarse de una profesión regulada, ninguna, pues no hay normas que exijan una titulación para realizar esta actividad de forma profesional. Sí que veo, sin embargo, muy recomendable el contar con un Director de proyecto titulado, tal y como he referido, máxime si el trabajo es remunerado. En relación a otras normas que afectan únicamente al ámbito laboral, hemos de tener muy presente la normativa de Prevención de Riesgos Laborales, que sería exigible en un entorno de trabajo, aunque no en una relación de voluntariado.

5. LA RESPONSABILIDAD DEL EQUIPADOR

La teoría general de la responsabilidad, altamente trabajada por la doctrina y la jurisprudencia, se basa en la sencilla idea de que **si se actúa negligente o culposamente y se ocasiona un daño** que trae causa de dicha actuación (u omisión), **el mismo debe repararse**.

A partir de aquí interesa introducir dos conceptos que son fundamentales en el entendimiento de la responsabilidad:

- Negligencia o culpa: Aparece cuando actuamos con falta de diligencia o sin el cuidado ordinario que puede exigirse a una persona medianamente prudente, dadas las circunstancias de personas, tiempo y lugar concurrentes en cada caso.

- Dolo: Aparece cuando existe intención de engañar.

Los tres tipos de responsabilidad a los que está expuesto el equipador exigen alguno de estos comportamientos, es decir, son **responsabilidades subjetivas**, por lo que quien demanda responsabilidad administrativa, civil o penal de un tercero, debe explicar cómo ocurrió el suceso y aportar todas las pruebas pertinentes para que el tribunal u órgano administrativo sancionador pueda conocer qué acción u omisión no diligente cabe atribuir al supuesto responsable, y qué ha ocasionado el resultado dañoso.

Este tipo de responsabilidad se opone a la responsabilidad objetiva, que implica que por el mero hecho de existir un daño, este debe ser reparado por su autor, independientemente de que haya actuado de forma diligente o negligente.

A) **Responsabilidad Administrativa**: "*Sólo podrán ser sancionadas por hechos constitutivos de infracción administrativa las personas físicas y jurídicas, (...), que resulten responsables de los mismos a título de dolo o culpa*" (art. 28 Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público).

Ejemplo de ello son las sanciones por cometer infracciones de normas de protección ambiental, normas de protección del usuario o normas de protección del trabajador en materia de prevención de riesgos laborales.

B) **Responsabilidad Civil**: "*El que por acción u omisión causa daño a otro, interviniendo culpa o negligencia, está obligado a reparar el daño causado*" (art. 1902 Código Civil).

La clave es que se exige la falta de diligencia como principal desencadenante de la responsabilidad, lo que nos lleva directamente a concluir que si demostramos un comportamiento diligente, aunque se haya producido un daño, no seremos responsables.

La primera incógnita que aparece es la de ¿qué es actuar culposa o negligentemente a la hora de equipar vías de escalada o barrancos? Esto no son matemáticas. El Derecho no es una ciencia exacta. **Cada accidente o siniestro se ve definido por circunstancias únicas en todos los aspectos**, tanto ambientales, como personales, materiales, organizativos... En definitiva, dependerá, como en cualquier otra situación, de las **circunstancias de tiempo, personas y lugar**. Además, a todo ello hay que sumar el **estado de la ciencia en cada momento**, por lo que es imposible establecer conclusiones cerradas y excluyentes, pues también dependerá de qué referencias de cualquier tipo existan sobre la materia para concluir si se ha actuado o no con diligencia.

Por EJEMPLO, si existe un Manual sobre la materia, que dice que en ese contexto sería recomendable haber actuado de una determinada manera, y el equipador ha ignorado dicha referencia técnica y ha hecho lo contrario sin poder explicar que su actuación estaba justificada, ello sería un indicio de conducta negligente. Si se ha dejado una vía a medio equipar y no se ha informado adecuadamente en su inicio y se produce un accidente relacionado con este hecho, no se analizará igual que si dejó la misma vía a medio equipar, pero se garantizó que todo el que accediera hasta el pie de vía conociera esta circunstancia antes de comenzar a escalar. Si sigo las instrucciones del fabricante y falla el material, tampoco será lo mismo que si no lo he hecho. En definitiva, no va mucho más allá de hacer bien las cosas.

Un **peligro** se define como algo susceptible de ocasionar un daño. El **riesgo** asociado a ese peligro va a depender directamente del **grado de exposición** al mismo. Existen una serie de factores que incrementan, ante un mismo peligro, el riesgo que finalmente asumirán los usuarios de la instalación. Son ese tipo de actuaciones las que debemos evitar.

El riesgo que se tolera en nuestra sociedad y que rige la cultura de seguridad y de prevención de accidentes es el **Riesgo Aceptable**, concepto altamente relacionado con la minimización/gestión de la incertidumbre. Debo reducir las incertidumbres para que el riesgo de la instalación que he construido sea aceptable. Claro que no podemos predecir todo, y menos en el medio natural, pero de no poder predecir todo a no actuar reduciendo los peligros que sí detecto, va un mundo, uno que los jueces normalmente quieren conocer.

La responsabilidad civil se puede cubrir con un contrato de seguro, de modo que la aseguradora, a cambio del pago de una prima, pueda reparar por ti el daño que hayas podido ocasionar a un tercero, siempre y

cuando exista una sentencia que reconozca esa responsabilidad. En el caso de que se haya aplicado una DILIGENCIA IRREPROCHABLE, que es el estándar al que debemos tender, a una cierta excelencia en nuestro comportamiento, no seríamos condenados a reparar el daño y por tanto tampoco nuestro seguro debería desembolsar ninguna indemnización.

C) Responsabilidad Penal

La responsabilidad penal es la consecuencia jurídica que se genera a raíz de la comisión de un delito tipificado en la ley penal. Son delitos las acciones y omisiones dolosas o imprudentes penadas por la ley. Imprudente aquí sería comparable a negligentes, aunque sin intención de ocasionar el daño. La consecuencia de ser penalmente responsable de un delito, en este caso probablemente de lesiones o contra la vida, podría ser la prisión, además de tener igualmente que reparar el daño.

En función de qué haya ocurrido, como hemos ido viendo, se analizarán las diferentes relaciones de causalidad con el daño y se determinará la responsabilidad. Actualmente la tasa de siniestralidad de estas instalaciones debida a fallos de la instalación es bastante baja, y la responsabilidad no tiene por qué repercutir siempre en el equipador. A veces será del propio usuario, otras de la administración, otras del fabricante, otras del ingeniero que pudo intervenir en el proyecto (más para vía ferrata), otras de nadie, otras de varios y otras de todos. Un juez será quien hará el reparto.

Este es un ejemplo de los diferentes agentes que puede haber involucrados. De cada uno se analizará su conducta y relación con el daño para determinar si existe o no responsabilidad. Por ejemplo:

BIBLIOGRAFÍA

• Teoría Jurídica de las cosas públicas. Fernando López Ramón. Revista de Administración Pública. ISSN: 0034-7639, núm. 186, Madrid, septiembre-diciembre (2011), págs. 9-51.

• Ministerio Educación, C. y. (Febrero 2008). Normalización en instalaciones y equipamientos deportivos.

• Asociación Española de Normalización. (s.f.). La normalización UNE. http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/inst-dep/otras-esp-tecnicas/normalizacion-en-inst-y-equip-dep.pdf

• Regulations for existing and potential Safety Label Holders UIAA.

MÓDULO 2

CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

Por: **María Virginia Martínez González y Antonio Joaquín Sánchez Sánchez**

OBJETIVOS

- Poner la Legislación Ambiental estatal y autonómica en el contexto de las instalaciones de vías de escalada en el medio natural.
- Conocer las distintas figuras de protección ambiental que pueden estar presentes en el territorio de una zona de escalada y sus herramientas de ordenación.
- Conocer los equipamientos de uso público en los distintos Espacios Naturales Protegidos (EENNPP) y de qué manera puede encajar una instalación de escalada en ellos.
- Conocer las especies de fauna y flora rupícola, los impactos ambientales que pueden afectarles por la práctica de la escalada y del proceso de equipamiento y cómo proponer su regulación en los casos necesarios.
- Obtener la información ambiental necesaria para desarrollar un proyecto de equipamiento a través de la administración y a través de los distintos visores ambientales existentes.

1. LAS ÁREAS VERTICALES DE ACTIVIDAD DEPORTIVA (AVAD) EN LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN LA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA

La Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME) tiene como objeto en el punto 2.4 de sus Estatutos, ya que su actividad se desarrolla en el medio natural, *"trabajar y colaborar en la protección del medio natural con el objetivo prioritario de preservarlo de acciones que modifiquen su estado natural inicial, e intervenir ante los entes públicos y/o privados con responsabilidades y/o relacionados con estas cuestiones así como facilitar el acceso al medio natural a los deportistas para la práctica de los deportes de montaña y escalada"*.

Los afloramientos de rocas, acantilados, barrancos, cañones y paredes donde se practica deporte en el medio natural son el hábitat de muchas especies de flora y fauna. La población de muchas de estas especies se encuentra en riesgo de extinción, o es vulnerable a los cambios o la presión en su entorno.

El objetivo y la responsabilidad de la Federación Española de Montaña y Escalada (FEDME) es contribuir a la conservación de estas especies y sus hábitats: a través de la autorregulación de las AVAD (áreas de escalada, ferratas y barrancos), podemos proteger el medio natural y respetar su equilibrio sin dejar de practicar y disfrutar de nuestro deporte.

Para esto, es necesario saber cómo se estructura la legislación ambiental y cómo afecta a las instalaciones de escalada en roca en el medio natural. De esta manera, el equipador dispondrá de las herramientas eficaces para garantizar equipamientos sostenibles.

1.1. El Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible en la Constitución Española

La Constitución Española de 1978 refleja la preocupación social por la protección del medio ambiente. Asociaciones ecologistas presionaron a los redactores proponiendo el modelo portugués de su Constitución de 1976, donde se establece el reconocimiento constitucional a disfrutar del Medio Ambiente y a conservarlo.

El artículo 45 de la Constitución Española establece:

1. ***Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.***

2. ***Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.***

3. ***Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije, se establecerán sanciones penales o, en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado.***

En cuanto a las competencias que se descentralizan en las autonomías, éstas vienen reflejadas en los siguientes artículos del Capítulo III del Título VIII:

-Art. 148.1.9ª: Las Comunidades Autónomas podrán asumir competencias en las siguientes materias: la gestión en materia de protección del medio ambiente.

-Art. 149.1.23º: El Estado tiene competencia exclusiva sobre las siguientes materias: Legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección. La legislación básica sobre montes, aprovechamientos forestales y vías pecuarias.

Por lo que, en España, la legislación tiene una estructura piramidal clasificada en tres escalones:

- **La administración central.** Tiene la responsabilidad de la legislación sobre la protección del medio ambiente básica. Las CCAA pueden establecer niveles de protección complementarios.
- **La administración autonómica.** Tiene las competencias administrativas de gestión y ejecución de las actividades para la protección del medio ambiente, pudiendo aprobar disposiciones reglamentarias y leyes para la protección del medio ambiente, basándose en la legislación básica.
- **La administración local.** Dependiendo de la cantidad de habitantes del municipio, tendrá más o menos competencias sobre su territorio.

1.2. Desarrollo Sostenible

El concepto **"Desarrollo Sostenible"** se desarrolló en ***el "Informe Brundtland de 1987"***. Se basaba en los factores *sociedad, economía y medio ambiente* y definió el Desarrollo Sostenible como: ***Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.***

Desde entonces se ha marcado una tendencia política en sucesivas Conferencias de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, introduciendo el concepto del Desarrollo Sostenible en el Tratado de la Unión (2001) en su art. 2, y aprobando la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea primero, y en base a la cual se redacta la Estrategia de **Desarrollo Sostenible en España (2007)**.

¿Cómo afecta este concepto a la apertura y mantenimiento de medios de descuelgue, vías, escuelas de escalada y a la práctica en sí misma en las Áreas Verticales de Actividad Deportiva (AVAD)?

Una de las dimensiones básicas en este informe es la "*Conservación del medio ambiente para no poner en peligro las especies de flora y fauna.*" Y dentro de los objetivos de la Estrategia de desarrollo Sostenible de España están los de un **"Turismo sostenible" y la "Conservación y gestión de los recursos naturales y ocupación del territorio"**.

1.3. Legislación básica estatal y autonómica de conservación del Medio Ambiente

El tratado de la Unión Europea, la Constitución Española y los estatutos de sus autonomías, así como las diferentes directivas Europeas, planes, tratados, convenios, etc, suelen ser los principales detonadores para el desarrollo de la diferente legislación, esto se refleja en el preámbulo de cada normativa.

1.3.1. Ley de Patrimonio Natural y la Biodiversidad

La Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PNYB) establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de

la biodiversidad española, como parte del deber de conservar y del objetivo de garantizar los derechos de las personas a un medio ambiente adecuado para su bienestar, salud y desarrollo (Desarrolla la Constitución Española).

¿En qué compete e influye la ley PNYB sobre las Áreas Verticales de Actividad Deportiva (AVAD) en el medio natural?

Esta ley define los tipos de Espacios Naturales Protegidos (EENNPP) y desarrolla la estructura de sus Planes de Protección y de uso y gestión.

La ley establece, entre otras, la obligación de que todos los poderes públicos, en sus respectivos ámbitos competenciales, velen por la conservación y la utilización racional del patrimonio natural. La ley establece una serie de instrumentos para el conocimiento y la planificación del patrimonio natural y la biodiversidad, tales como el el Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y las Directrices para la Ordenación de los Recursos Naturales.

En cuanto a la conservación de hábitats y espacios naturales, establece los regímenes especiales e incluye las disposiciones relativas a la Red Ecológica Europea Natura 2000 y a las Áreas protegidas por instrumentos internacionales. Respecto a la conservación de la biodiversidad silvestre, la ley crea el Listado de Especies en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas, así como el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.

Por lo que, cuando se realiza el diseño y gestión de una AVAD, hay que tener en cuenta tanto el valor del entorno donde se encuentra a nivel de Patrimonio Natural, la delimitación de los EENNPP y las especies que se puedan encontrar tanto en las paredes, como en el entorno.

Cuando se planifica la autorregulación en un proyecto de reequipamiento de vías, o a la hora de entender las posibles regulaciones que impongan desde la Administración, el **Título III de "Conservación de la Biodiversidad", en el Artículo 54** garantiza la conservación de especies autóctonas silvestres, y refleja que tiene competencias para adoptar las medidas necesarias para garantizar la conservación de la biodiversidad que

vive en estado silvestre, estableciendo regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación lo requiera.

1.3.2. Legislación en materia de flora y fauna silvestres de las comunidades autónomas

La legislación autonómica sobre flora y fauna silvestre **(ANEXO 3)** tiene por objeto la ordenación de la protección, conservación y recuperación de la flora y la fauna silvestres, todo ello con fines sociales, científicos o deportivos; en otras palabras, garantiza la conservación de la Biodiversidad y el derecho constitucional al uso y disfrute del Medio Natural, fomentando el **Desarrollo Económico Sostenible**.

¿Cómo afectan las leyes autonómicas a las autorregulaciones de las Áreas Verticales de Actividad Deportiva (AVAD)?

Muchas de las regulaciones que afectan a la práctica de los deportes de montaña en algunas autonomías pueden estar basadas en estas leyes autonómicas (menos las que tienen afecciones por ser Bienes Patrimoniales), que pueden establecer algún régimen general de protección de las especies independientemente del régimen de protección de la zona.

En caso de que la zona no esté afectada por la protección ambiental de un Espacio Protegido, es necesario conocer qué otras afecciones a especies pudieran ocurrir en cada zona. En cada autonomía hay que realizar una consulta a estas leyes o al organismo competente en una solicitud ambiental.

1.3.3. Catálogo de Especies Amenazadas

La Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, establece la garantía de conservación de las especies autóctonas silvestres. Crea en su artículo 53 el Listado de Especies en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (desarrollado en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero) merecedoras de una atención y protección particular, así como aquéllas que figuren como protegidas en Directivas y convenios internacionales ratificados por España. El Catálogo integra especies en las categorías:

- **En peligro de extinción:** taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.
- **Vulnerable:** taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a "en peligro de extinción" en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos.

En su artículo 52, indica que las comunidades autónomas adoptarán las medidas necesarias para garantizar la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre.

Una Comunidad Autónoma puede tener su propio Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LAESPE).

1.4. Espacios Naturales Protegidos (EENNPP): protección del Medio Ambiente en el ámbito europeo e internacional

El 1 de enero de 1986, España entra en la Unión Europea, por lo que debe aplicar toda la normativa europea en materia de medio ambiente, aunque en ese momento no existía una política común. Con el Tratado de Maastricht, comienza una política medioambiental común en la Unión Europea.

El objetivo en las políticas europeas es detener la pérdida de Biodiversidad en la UE. Esto se realiza a través de las diferentes Directivas sobre aves y hábitats (**ANEXO 1**). Estas directivas evolucionan reflejando las distintas ampliaciones en los regímenes de protección.

La Directiva Hábitats y la Directiva Aves forman el eje fundamental de la política de conservación de la biodiversidad de la Unión Europea.

Los EENNPP en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

De acuerdo con la Ley, tienen la consideración de **áreas protegidas por instrumentos internacionales** todos aquellos espacios naturales que sean formalmente designados de conformidad con lo dispuesto en los Convenios y Acuerdos internacionales de los que sea parte España.

En España y según esta ley, tienen la consideración de Espacios Naturales Protegidos aquellos espacios del territorio nacional que cumplan al menos uno de los requisitos siguientes y sean declarados como tales:

- Contener sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo.
- Estar dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.

Se establecen 5 categorías de ámbito Estatal, en función de los bienes y valores a proteger y de los objetivos de gestión a cumplir:

Parques	Áreas naturales, que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de su diversidad geológica, incluidas sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente. Dentro de esta categoría se incluyen los Parques Nacionales, que se rigen por su legislación específica y se integran en la Red de Parques Nacionales.
Reservas Naturales	Espacios naturales cuya creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una valoración especial.
Áreas Marinas Protegidas	Espacios naturales designados para la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos o geológicos del medio marino, incluidas las áreas intermareal y submareal, que, en razón de su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una protección especial. Podrán adoptar esta categoría específica o protegerse mediante cualquier otra figura de protección de espacios prevista en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre. La Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino crea y regula la Red de Áreas Marinas Protegidas de España.
Monumentos Naturales	Espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial. Tienen también esta consideración los árboles singulares y monumentales y las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y mineralógicos, los estratotipos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos.
Paisajes Protegidos	Partes del territorio que las Administraciones competentes consideren merecedores de una protección especial por sus valores naturales, estéticos y culturales, y de acuerdo con el Convenio Europeo del Paisaje, del Consejo de Europa.

En el Inventario Español de EENNPP consta la información oficial de todas las zonas en España con alguna figura de protección ambiental regulada a través de la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad, Red Natura 2000 o los Instrumentos Internacionales.

La información oficial de cada uno de los Espacios Naturales Protegidos existentes en España consta en el Inventario Español de Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales.

1.4.1. Red Natura 2000

Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves.

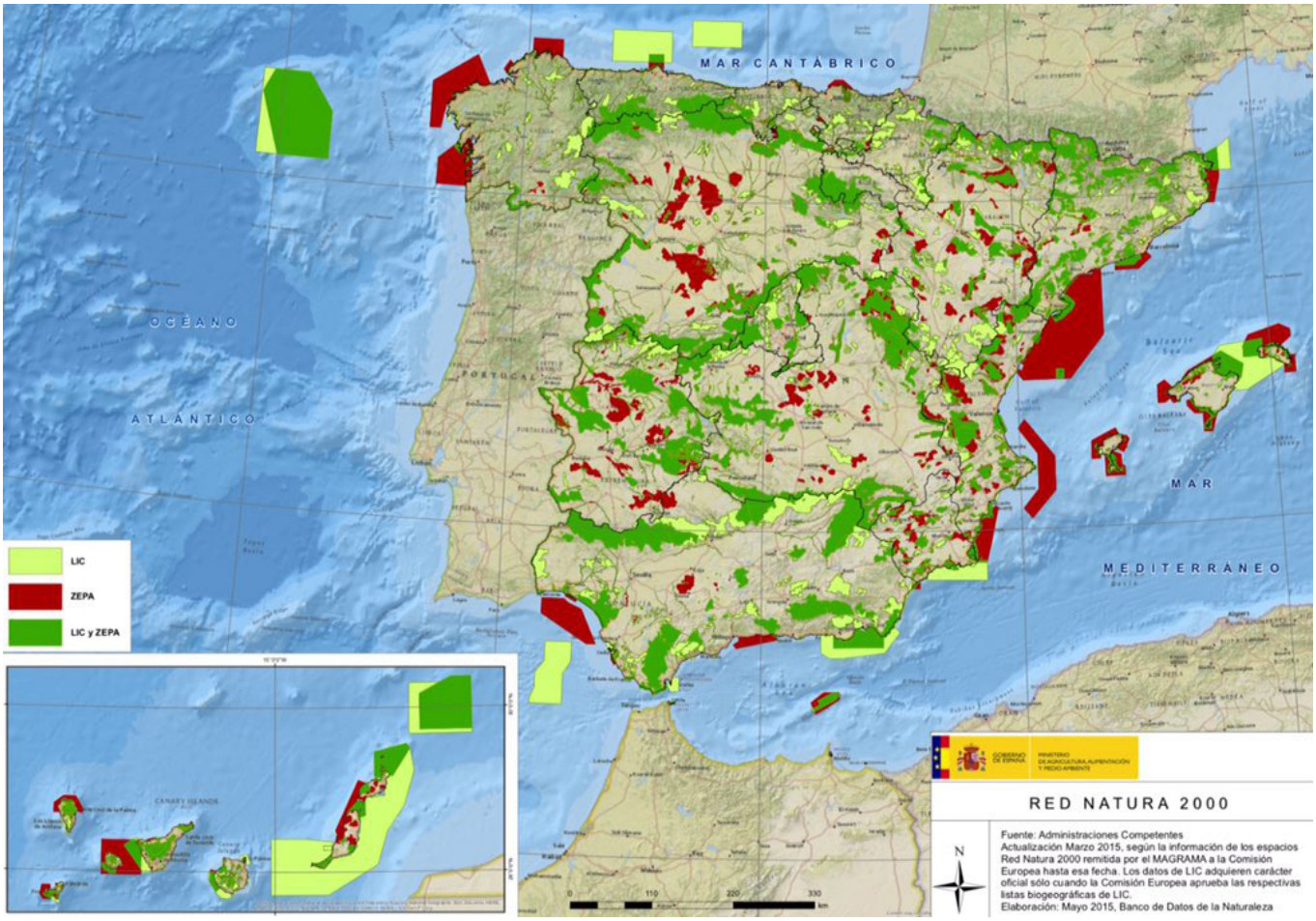
Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad. Es el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea.

El marco normativo de la Red Natura 2000 lo forman **La Directiva Hábitats y la Directiva Aves**.

- La Directiva Hábitats tiene como objetivo la protección de los tipos de hábitat naturales y de los hábitats y las poblaciones de las especies silvestres (exceptuando las aves) de la Unión Europea, mediante el establecimiento de una red ecológica y un régimen jurídico de protección de las especies.
- La Directiva Aves tiene por finalidad la conservación a largo plazo de todas las especies de aves silvestres de la UE. Establece un régimen general para la protección y la gestión de estas especies, así como normas para su explotación. Se aplica tanto a las aves como a sus huevos, sus nidos y sus hábitats. Los Estados miembros deben designar zonas de protección especial (ZEPA) para estas especies, y para las especies migratorias, los territorios más apropiados, en número y tamaño.

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, **incorpora al ordenamiento jurídico español ambas Directivas**. La Red está formada por:

ZEC	Zonas Especiales de Conservación (ZEC)
LIC	Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) hasta su transformación en ZEC, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats.
ZEPA	Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas en aplicación de la Directiva Aves.



1.4.2. EENNPP en las distintas Comunidades Autónomas

Como cada Comunidad Autónoma puede proteger sus espacios naturales según sus propios criterios, existen en cada una de las 17 CCAA diferentes tipos de figuras jurídicas de protección ambiental, las cuales se regulan mediante **leyes autonómicas de Inventarios de EEPP**. Las más habituales son las reguladas en la legislación estatal.

En numerosas ocasiones, sobre un mismo territorio se solapan dos o más espacios protegidos, concurren dos o más figuras de protección, por lo que se ha acuñado el término **área protegida** para designar al mayor ámbito geográfico continuo sobre el que se asientan una o varias figuras de protección.

*** Inventarios de EENNPP en las CCAA. (Ver ANEXO 4)**

1.4.3. Regulación de los EENNPP: PORN, PRUG Y PLANES DE GESTIÓN

1.4.3.1. Planes regulados en la ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

Los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), los Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG) y los Planes de Gestión, regulados por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, son los instrumentos básicos para la planificación de los recursos naturales y marcan las directrices básicas del manejo de los espacios naturales.

Los recursos naturales y, en especial, los espacios naturales a proteger, serán objeto de planificación con la finalidad de adecuar su gestión a los principios inspiradores señalados en esta ley.

Como instrumento de planificación, los **Planes de Ordenación de Recursos Naturales** están contemplados en la legislación básica estatal con **carácter de obligatorios y ejecutivos**. Dichos planes permiten preservar los recursos naturales, y en especial de los espacios naturales protegidos, en armonía con un planeamiento integral de su desarrollo económico con independencia de otros instrumentos que pueda establecer la legislación autonómica.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con la participación de las Comunidades Autónomas, elaborará unas directrices para la ordenación de los recursos naturales a las que deberán ajustarse los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales que aprueben las Comunidades Autónomas.

¿Cómo regulan los PORN, PRUG Y PLANES DE GESTIÓN las instalaciones deportivas en el medio natural en España?

Cada EENNPP contenido en la normativa estatal o autonómica y los de la Red Natura 2000 tienen su propia idiosincrasia y cada uno tiene su propio PORN, PRUG Y PLAN DE GESTIÓN, dependiendo de la tipología del espacio. **Todos los planes se publican en el correspondiente Boletín Oficial por decreto**.

Es por lo que es importante que el Técnico Equipador sepa cómo identificar en qué clase de espacio está. De esta manera podrá localizar el instrumento de planificación que regula la zona en la que le gustaría equipar.

1.4.3.2. Instrumentos de planificación forestal

La Ley 43/2003 de 21 de noviembre de Montes tiene como objeto *"garantizar la conservación y la protección de los montes españoles, promoviendo su restauración, mejora, sostenibilidad y aprovechamiento racional, apoyándose en la solidaridad colectiva y la cohesión territorial".*

Esta ley establece en su artículo 33.2 que los montes públicos y privados deberán contar con un proyecto de ordenación de montes o un instrumento de gestión equivalente, y las comunidades autónomas determinarán la superficie mínima para estar exentos.

La planificación forestal en España se articula, en diferentes escalas, en el plano estratégico a través de la Estrategia Forestal Española, el Plan Forestal Español, y los Planes Forestales Autonómicos, y a nivel táctico, con los denominados Planes de Ordenación de los Recursos Forestales (PORF) cuyo contenido mínimo señala la ley 43/2003 de montes, y son redactados y aprobados por las administraciones forestales de las Comunidades Autónomas.

***Cuadro Legislación forestal autonómica. (Ver ANEXO 5)**

1.4.4. Otras figuras de protección

Fuera del ámbito medioambiental, se pueden dar casos (y se han dado) en los que la protección del entorno provenga de origen patrimonial o cultural. Estos son los bienes culturales protegidos.

Los Bienes de Interés Cultural (BIC) se regulan en la Ley 16/1985, del Patrimonio Histórico Español y su declaración y posterior protección implica para los titulares de dichos bienes el nacimiento de derechos y deberes establecidos en la propia ley.

Los bienes inmuebles integrados en el Patrimonio Cultural Español pueden ser declarados:

- **Monumentos**
- **Jardín histórico**
- **Conjunto histórico**
- **Sitio histórico**
- **Zona arqueológica**

La Ley de Patrimonio Histótico Español establece diferentes niveles de protección:

Patrimonio Histórico Español	Este sería el grado mínimo de protección de un bien. Integran el Patrimonio Histórico Español todos los bienes inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico científico o técnico. También forman parte del mismo el Patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, los sitios naturales, jardines y parques, que tengan un valor artístico, histórico o antropológico (Ley 16/1985, art.1).
Inventario General de Bienes Muebles	En un nivel superior de protección están los bienes incluidos en el Inventario General de Bienes Muebles, que poseen un notable valor histórico, arqueológico, científico, artístico, técnico o cultural, y que no hayan sido declarados de interés cultural. (Ley 16/1985, art 26).
Bienes de Interés Cultural (BIC)	El grado máximo de protección lo constituyen aquellos bienes inmuebles y bienes muebles declarados de interés cultural. Estos bienes se incluyen en el Registro General de Bienes de Interés Cultural.

Las autonomías también tienen competencias, a través de sus estatutos, sobre el Patrimonio Histórico dentro de su territorio, por lo que cada una tendrá su propia legislación sobre el procedimiento para declarar la protección sobre un bien.

¿Cómo afecta la protección del Patrimonio Histórico a las autorregulaciones de las AVAD?

Mediante Decreto autonómico se realiza la inscripción y es donde se establecen las directrices de

protección en las que se señalan las actividades permitidas y reguladas, evitando el riesgo de deterioro, pérdida o destrucción de los valores. Dentro de estas actividades, los usos y aprovechamientos de todos los sectores de la Zona Patrimonial se regirán por lo dispuesto en la normativa que desarrolla cada BIC y en las Instrucciones Particulares.

1.4.5. Carta Europea de Turismo Sostenible (CETS)

La Carta Europea de Turismo Sostenible en Espacios Naturales Protegidos (CETS) es una Certificación de la Federación EUROPARC que tiene como objetivo global promover el desarrollo del turismo en clave de sostenibilidad en los espacios naturales protegidos de Europa. La CETS es un método y un compromiso voluntario para aplicar los principios de turismo sostenible, orientando a los gestores de los espacios naturales protegidos y a las empresas para definir sus estrategias de forma participada.

Consta de tres fases:

- **Fase I: Acreditación de espacios naturales protegidos.**
- **Fase II: Adhesión de las empresas.**
- **Fase III: Adhesión de las Agencias de viaje.**

Una instalación deportiva dentro de un Espacio Natural Protegido con Certificación CERT sería una garantía de un espacio sostenible y seguro, que, al fin y al cabo, es el objetivo de este manual.

2. DEFINICIÓN Y GESTIÓN DEL USO PÚBLICO Y LOS EQUIPAMIENTOS EN LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS.

Las diferentes visiones que pueden ofrecer las administraciones autonómicas atendiendo a las peculiaridades de su territorio, así como sus políticas, hacen casi imposible dar una definición que pueda englobar este concepto. Para ello, como referencia, nos vamos a remitir al Documento 01 de EUROPARC España.

"Conceptos de uso público en los espacios naturales protegidos", documento unificador y orientador de criterios, donde se establece el procedimiento y la estrategia a seguir, pero con la peculiaridad de ser flexible y adaptarse a la idiosincrasia y peculiaridades de cada comunidad autónoma. Sirva como ejemplo la **definición** propuesta sobre el término **Uso Público**: *"Conjunto de programas, servicios, actividades y equipamientos que, independientemente de quien los gestione, deben ser provistos por la Administración del espacio protegido con la finalidad de acercar a los visitantes a los valores naturales y culturales de éste, de una forma ordenada, segura y que garantice la conservación, la comprensión y el aprecio de tales valores a través de la información, la educación y la interpretación del patrimonio"*. Atendiendo a esta definición como punto de partida, cada comunidad autónoma podrá tomar literalmente dicho texto o introducir las modificaciones que estime oportuna de acuerdo con sus políticas territoriales.

En general, las distintas definiciones de uso público utilizadas por los organismos gestores mantienen ciertos criterios comunes que son esenciales, como, por ejemplo, el acercamiento a los valores de los recursos, la contribución a la conservación, la necesidad de que los usos y actividades estén ordenados y el carácter educativo de su práctica. **La diferenciación del concepto de uso público con el de turismo**, como veremos más adelante, sirve igualmente para delimitar el término entre uso público y turismo. Las diferencias entre ambos conceptos no sólo tienen interés desde un punto de vista conceptual, sino que, con un sentido práctico, determinan la separación de responsabilidades de gestión entre los organismos de competencias ambientales y los de competencias turísticas: la Administración ambiental podría tener competencias limitadas sobre turismo, pero plenas competencias sobre lo que se entienda por uso público.

Turismo: Conjunto de actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, negocio y otros motivos.

Otro de los aspectos esenciales es la definición del término de Equipamiento de uso público. Se define como I**nstalación fija o móvil destinada a prestar soporte físico a las actividades y programas de uso público**. Su utilidad puede residir en sí misma o servir de recurso básico a servicios prestados por personal especializado.

Habría que remarcar que el concepto de equipamiento de uso público se utiliza en un número importante de definiciones de instalaciones deportivas en el medio natural, como qué es un sendero, un sendero homologado, un refugio, etc., los textos son extraídos del II Seminario de Espacios Naturales Protegidos y Deportes de Montaña, celebrado en Jaca en el 2003.

Como idea central, a modo de conclusión de este apartado, y debido a la complejidad del tema, se recomienda la lectura del documento de referencia de EUROPARC España, y detenerse en sus diferentes definiciones, pues éstas son las que sirven como marco de referencia en la estrategia de acción y programas de uso público en la gestión de los espacios naturales protegidos.

2.1. Funciones de las Juntas Rectoras y Patronatos

Inicialmente, la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, vino a desarrollar el régimen de gestión de los Parques Naturales, dando potestad en dicho texto a los Gobiernos de las Comunidades Autónomas para aprobar la composición y funciones de los Patronatos o Juntas Rectoras que colaboren en la gestión de estos Espacios Naturales Protegidos. Posteriormente, la entrada en vigor de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, vendría a derogar la ley inicialmente indicada, introduciendo tanto en su parte de exposición de motivos como en su posterior desarrollo el **"principio básico la garantía de la información y participación de los ciudadanos en el diseño y ejecución de las políticas públicas, incluida la elaboración de disposiciones de carácter general dirigidas a la consecución de los objetivos de esta Ley"**.

Es difícil determinar las funciones y composición de las Juntas Rectoras y Patronatos de los espacios naturales protegidos dada la diversidad legislativa al recaer dichas competencias en la Comunidades Autónomas. Ahondando más sobre este asunto, se constata un desarrollo muy desigual entre comunidades sobre estos órganos de participación ciudadana, por lo que nos encontraremos autonomías con un reglamento específico para cada espacio, la composición exacta de sus miembros, número de reuniones al año, comisiones consultivas, etc.

Como idea generalizada, respecto a las funciones de estos órganos colegiados, deberíamos retrotraernos a la mencionada Ley 4/1989 (hoy derogada), donde existe un apartado específico dedicado a los parques nacionales, sirviendo como marco para el resto de los espacios naturales protegidos.

- **Velar por cumplimiento de las normas establecidas.**
- **Promover y realizar cuantas gestiones considere oportunas en favor del espacio protegido.**
- **Informar el Plan Rector de Uso y Gestión y sus subsiguientes revisiones.**
- **Aprobar la Memoria Anual de Actividades y Resultados, proponiendo las medidas que considere necesarias para corregir disfunciones o mejorar la gestión.**
- **Informar los Planes Anuales de Trabajo a realizar.**
- **Informar los proyectos y propuestas de obras y trabajos que se pretenden realizar, no contenidos en el Plan Rector o en el Plan Anual de Trabajos.**
- **Informar los proyectos de actuación a realizar en el Área de Influencia Socioeconómica, estableciendo sus criterios de prioridad.**

Habría que indicar que a partir de la promulgación de dicha Ley se inicia "la carrera" de declaración de espacios naturales protegidos y, paralelamente, de sus órganos de gobierno.

Las Juntas Rectoras y los Patronatos son órganos colegiados de participación, de carácter consultivo y no vinculante, que asisten a sus respectivas Consejerías con competencia en materia de Medio Ambiente en la gestión y administración de determinados Espacios Naturales Protegidos.

Se trata de órganos en los que están representadas las Administraciones públicas y las instituciones, asociaciones y organizaciones que tengan relación con el espacio natural del que se trate y velen por el cumplimiento de las normas por las que se rige éste.

Ateniéndonos a la realidad existente, a día de hoy, las Juntas Rectoras y Patronatos, su actividad y en un ejercicio práctico de participación ciudadana, han ido decayendo con el paso del tiempo y son múltiples las variables que intervienen, que irían desde las políticas sectoriales aplicables a cada comunidad, el interés social, tanto los incluidos en los límites de dicho espacio como en su área de influencia, hasta los personales (Directores conservadores y Presidentes principalmente).

Como idea que debe prevalecer en este apartado sobre el concepto de participación ciudadana, habría que indicar que con el paso del tiempo ha ido diluyéndose y perdiendo fuerza, exigiendo, por tanto, una revisión profunda, así como una actualización ante la realidad existente. Pero, aún así, no hay que perder la perspectiva para la que fueron creadas pues, *"la declaración de un espacio protegido no debe estar a espaldas de la ciudadanía"*, por lo que, desde el ámbito federativo, debemos tomar parte activa en dichos órganos, siendo un medio que nos permita identificar claramente al colectivo y no quedar diluido ante una masa social sin una representación visible; por otro lado, la práctica deportiva deberá hacerse desde el concepto de la sostenibilidad. Por ello, la creación de un espacio de debate y participación se hace imprescindible en la gestión de los espacios naturales protegidos.

La FEDME, desde su área de Accesos y Naturaleza, hace reuniones de representantes en Juntas Rectoras y Patronatos con carácter bianual con el objeto de mantener un contacto directo y próximo con nuestros representantes, así como el intercambio de experiencias entre los mismos.

2.2 Impactos ambientales del equipamiento de instalaciones deportivas en el medio natural

El impacto generado por las AVAD se produce tanto por el aumento de la frecuentación del número de personas en la zona, como por los efectos específicos de la apertura de cada vía (destrucción de vegetación, instalación de anclajes, etc.), sin embargo, la magnitud de este impacto aumenta más en función del área afectada que en función del número de vías (un núcleo de escalada pequeño y concentrado tiene menos efectos negativos que las mismas rutas en una extensión mayor de terreno).

El impacto de estas actividades en el medio natural va a depender del valor ecológico del entorno donde se realice.

Las zonas con alto valor ecológico deben llevar un estudio minucioso y una correspondiente autorregulación.

Tanto la escalada como las vías ferratas o el descenso de barrancos pueden generar una presión directa en el medio rocoso, sobre todo considerando que estos se caracterizan por ser medios muy específicos que, por encontrarse aislados y por su inaccesibilidad, se han convertido en muchos casos en los últimos refugios de especies rupícolas endémicas autóctonas o amenazadas. Algunos de los principales impactos generados por la actividad son:

IMPACTOS PRODUCIDOS CON EL EQUIPAMIENTO Y APERTURA DE NUEVAS VÍAS.
Desbroce de caminos y destrucción de la vegetación a pie de pared.
Aumento de la erosión sobre el suelo en el entorno de las zonas de escalada.
Perforación de la roca con la instalación de anclajes, rápeles y descuelgues fijos.
Molestias y trastornos a la fauna rupícola debido al ruido provocado, especialmente en época de nidificación.
La limpieza de la vía provoca la modificación o alteración de la roca natural y daños a la vegetación, así como el tallado artificial o pegar elementos artificiales.
APARICIÓN DE UN NÚMERO CONSTANTE DE PERSONAS EN LAS NUEVAS ZONAS DE ESCALADA:
Daños a la vegetación: pérdida de vegetación en la base de las vías y sobre la pared.
Daños a la fauna: Disminuye el tiempo de caza de que disponen los animales predadores; el aumento del número de presas puede llevar a una incipiente destrucción de la vegetación; las especies rupícolas utilizan estos hábitats para instalar sus nidos.
Nidificación: Trastornos a los adultos y molestias en los nidos derivan en una pérdida de los pollos.
Aumento de los residuos.
Aumento del nivel de ruido.
Dióxido de magnesio: factor de impacto visual.

IMPACTOS PROVOCADOS AL PIE DE LA PARED Y EN LA VERTICAL
Compactación, remoción de piedras y vegetación, etc, que se asemejan a los producidos por otras actividades que toman este suelo como soporte.
Los descuelgues continuados desde anclajes fijos: puede generar modificaciones en la morfología del terreno (proliferación de agujeros, ensanchamiento de fisuras, etc.).

2.3 Buenas prácticas ambientales para el diseño e instalación de equipamiento para actividades en el medio natural

A continuación, se relacionan una serie de consejos que contribuirán en gran medida a que nuestra práctica deportiva sea más sostenible desde el punto de vista medioambiental.

- **Aparcar en lugares habilitados o en lugares adecuados. De esta forma nos aseguramos evitar molestias innecesarias a los lugareños en sus quehaceres diarios.**

- **En tus aproximaciones procura seguir la huella del sendero y evita siempre los atajos. Con el paso del tiempo se pierde cubierta vegetal y existe un serio riesgo de erosión.**

- **Nuestro paso por el medio natural debe ser el menos impactante, por ello, evitaremos hacer ruido y controlar nuestros animales de compañía.**

- **Si practicas la actividad en zonas próximas a cursos de agua, pon especial cuidado, en particular sobre nuestras deposiciones. Es recomendable alejarse y excavar un agujero en el suelo.**

- **La preservación de las especies y del patrimonio (pinturas rupestres) es un principio que debe prevalecer. Saber renunciar a tiempo es un ejercicio de responsabilidad. Ten presente que existen muchas zonas para practicar deporte en el medio natural como alternativa. Saber tomar esta medida supone en términos absolutos una contribución importante en la conservación de las especies y sostenibilidad del espacio.**

- **Infórmate sobre la existencia de alguna normativa que regule la escalada tanto en su práctica**

como en el equipamiento y desequipamiento. Ten en cuenta que no sólo pueden existir regulaciones de ámbito autonómico, sino también de régimen local.

- **El periodo más crítico de afección a las aves rupícolas quedaría agrupado en los procesos de vuelos prenupciales, apareamiento y nidificación. En líneas generales, abarca un rango que iría desde los meses de enero a julio, pero depende en gran medida de cada especie, pues no todas presentan el mismo comportamiento.**

- **Cuando vayas a escalar o equipar una vía, presta especial atención a la existencia en la pared de zonas de cornisa, repisa u oquedades, ya que son las elegidas para la instalación de nidos.**

- **Los murciélagos fisurícolas son insectívoros y encuentran refugio en fisuras, grietas y pequeñas cavidades. Su época de hibernación va desde noviembre a marzo. Ten presente este aspecto, pues cumplen un papel muy importante en el control de las poblaciones de insectos.**

- **Evita pintar en la roca, así como el marcaje de 'clecas' y el tallado de cantos. Minimiza el empleo de magnesio y limpia la vía después de tu ascensión. Nuestra práctica debe pasar lo más desapercibida posible en el medio natural.**

- **Si vas a equipar, no abuses del equipamiento. Utiliza chapas sin cromo y respeta las vías preexistentes. En algunas ocasiones se procede a una limpieza de la vía porque presenta vegetación. Ten muy presente que puede existir algún endemismo y por extensión tener algún tipo de protección. Las sanciones en este sentido son muy elevadas.**

- **El vivaqueo está regulado en la mayoría de los Espacios Naturales Protegidos, así como la acampada. Ten en cuenta esta última cuestión, así como las prohibiciones para hacer fuego.**

- **Si observas en una vía que las primeras chapas están desequipadas, detente a pensar que no ha sido un acto vandálico y que la razón que ha motivado esta medida es la nidificación.**

2.4 Regulaciones ambientales. Resoluciones y problemáticas

Como ya se ha mencionado en anteriores puntos, las normas de protección que pueden afectar al equipamiento podrían tener su origen en diferentes niveles de organización de la legislación.

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad	El Artículo 54 garantiza la conservación de especies autóctonas silvestres, y refleja que la administración tiene competencias para adoptar las medidas necesarias para garantizar la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre, estableciendo regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación lo requiera. • Si el Técnico equipador pertenece a una comunidad autónoma sin más normativa desarrollada en materia de flora y fauna puede desarrollar regulaciones de escalada en base a este artículo.
Leyes autonómicas en materia de Flora y Fauna.	Muchas de las regulaciones se podrán basar en esta ley cuando no tengan otra más específica o cuando no pertenezca a ningún Espacio Natural Protegido (sin ningún plan específico).
PORN, PRUG Y PLANES DE GESTIÓN	La Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad también define los tipos de Espacios Naturales Protegidos (EENNPP) y desarrolla la estructura de sus Planes de Protección y de uso y gestión. Cada EENNPP contenido en la normativa estatal o autonómica y los de la Red Natura 2000 tienen su propio PORN, PRUG Y PLANES DE GESTIÓN, dependiendo de la tipología del espacio. Todos los planes se publican en el Boletín de la comunidad por Decreto.
Proyectos de Ordenación de montes (PO) y los Planes Técnicos de Ordenación de montes (PTO).	En la ordenación de los montes, sobre todo de los públicos cuando no existe figura de protección ambiental (las de las leyes estatales o red natura 2000) puede regularse a través de esta herramienta de ordenación.
Bienes de Interés Cultural (BIC)	Mediante Decreto publicado en Boletín Oficial, donde se regulan los usos, entre los que puede estar la escalada.

3. DERECHO A LA INFORMACIÓN AMBIENTAL

El derecho de acceso a la información ambiental está regulado en la legislación española por la ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

Cada Comunidad Autónoma gestiona la información de la que es competente, con el principal objeto de poner a disposición de la ciudadanía el conjunto de la información normalizada sobre medio ambiente, ofreciendo los datos disponibles para su análisis, así como elaboraciones técnicas sobre el estado de los recursos naturales, las presiones a las que son sometidos por la actividad antrópica y las regulaciones que, como respuesta, pretenden establecer un marco de sostenibilidad ambiental.

Visualizadores SIG

A través de los diferentes visualizadores SIG que tanto a nivel estatal (IGN) como por las comunidades autónomas (Andalucía la REDIAM, Euskadi, Catalunya, Valencia, Extremadura, etc.) se puede ver de forma rápida y sencilla la protección ambiental que puede tener la ubicación del proyecto de reequipamiento de una escuela.

Puede servir para hacer una idea preliminar, pero no va a tener vinculación como lo pueda tener una consulta a una administración pública local.

Sobre esta base se han confeccionado una serie de visualizadores versátiles e interactivos, ofreciendo información sobre elementos concretos del mapa o permitiendo la superposición de capas definiendo el grado de transparencia. Son unas funcionalidades que mejoran las de la cartografía estática convencional.

Visualizadores SIG IGN: El Instituto Geográfico Nacional tiene una completa gama de productos cartográficos, desde ortofotos hasta EENNPP.

Estos visualizadores, pueden considerarse como Sistemas de Información Geográfico, limitados a la consulta y vista de datos espaciales de diversas temáticas ambientales.

3.1. Solicitudes, autorizaciones y permisos en las distintas administraciones

3.2. Solicitud de Información Ambiental

Esta es una herramienta indispensable que no debemos perder de vista en nuestros proyectos, pues puede darse el caso de zonas dudosas. Es muy común que una pared haga de lindero entre fincas públicas y privadas, o sea el borde de un Espacio Protegido.

Entre los derechos de **acceso a la información ambienta**l de los ciudadanos está:

- Acceder a la información ambiental en poder de las administraciones públicas, sin necesidad de justificar un interés determinado.
- Recibir la información sobre los derechos que atribuye la ley 27/2006, de 18 de julio, y ser asesorado para su correcto ejercicio. Esta información debe ser contestada en **el plazo máximo de un mes** desde la recepción de la solicitud en el registro de la administración o autoridad pública competente, pudiéndose incrementar hasta dos meses, notificándolo debidamente al solicitante en el plazo de un mes, así como las razones que lo justifican**.**
- Recibir la información ambiental solicitada en la forma o formato elegido, salvo que la autoridad pública justifique razonadamente la entrega en otra forma o formato, o ya haya sido difundida en otra forma o formato al que el solicitante pueda acceder con facilidad.
- Ser asistidos en la búsqueda de la información.
- Conocer los motivos de la posible denegación, así como el listado de las tasas y precios que, en su caso, sean exigibles para la recepción de la información solicitada, y las circunstancias en las que se puede exigir o dispensar el pago.

Para solicitar Información Ambiental, hay que dirigirse en cada Comunidad Autónoma a la Consejería correspondiente, responsable en materia de Medio Ambiente.

4. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN PARA EL EQUIPAMIENTO DE UNA AVAD

1. Saber si la zona cuenta con alguna figura de protección.

2. En el caso de encontrarse dentro de los límites de un espacio protegido, buscar si éste cuenta con documentos de ordenación y gestión, en este caso el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión. Estos documentos están en PDF, por lo que, con una simple búsqueda, utilizando palabras clave como: "montañismo" o "escalada", nos conducirá a algún apartado donde nos indicará la regulación sobre nuestra actividad.

3. Una vez consultados los documentos anteriormente reseñados, observa si la instalación que pretendes equipar se encuentra en alguna zona de máxima protección.

4. No tengas prisa. La pared siempre estará ahí. Observa su entorno, en especial su flora y su fauna, y si vas acompañado, mejor -biólogos y ornitólogos nos serán de gran ayuda-. Este ejercicio deberás hacerlo al menos durante los meses que van desde enero hasta agosto. Con ello, nos aseguramos de la no presencia de aves en procesos prenupciales y posterior nidificación. Te puedes ayudar con fotografías y bibliografía para la identificación de especies.

5. Tras la identificación de especies especialmente potenciales de protección, busca el asesoramiento de profesionales en la materia, ya que éstos te aclaran bastantes dudas y a buen seguro pasarás un buen rato aprendiendo de medio ambiente.

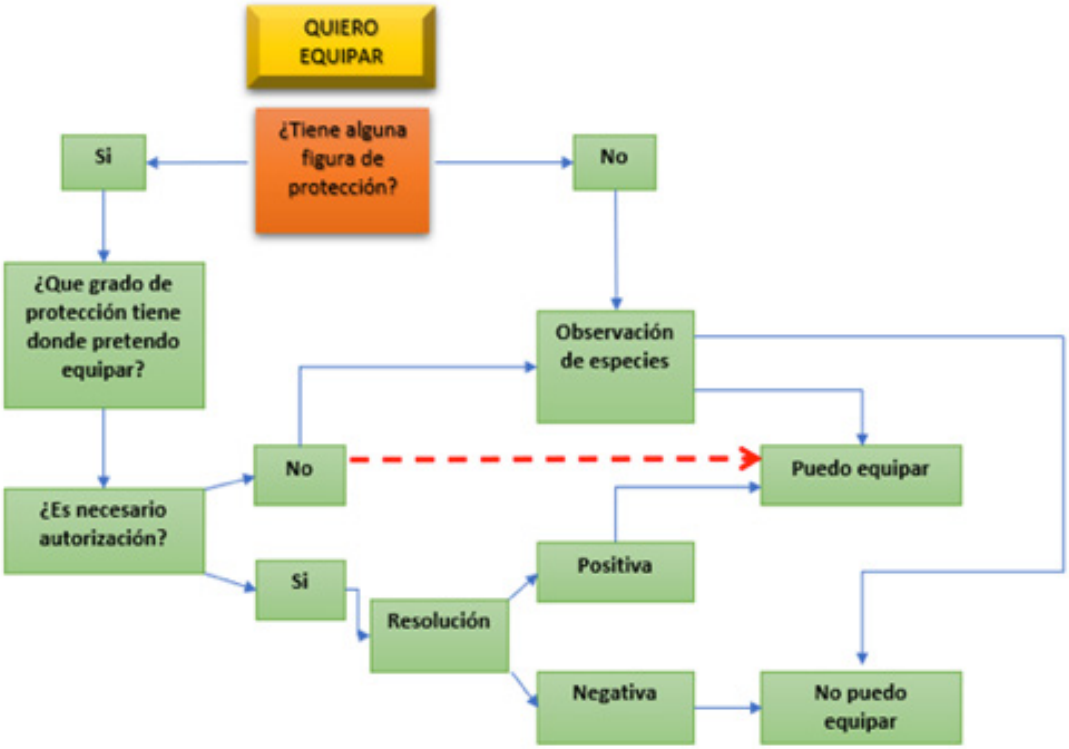
6. ¿Podría equipar con garantías? Sí, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

   a) La zona donde pretendo equipar no cuenta con ninguna figura de protección y he tomado todas las precauciones en cuanto a nidificación y afección a la flora rupícola.

   b) Estoy en un espacio protegido y cuento con la autorización para llevar a cabo mi proyecto.

   Tan solo queda el momento de disfrutar sabiendo que has actuado responsablemente y bajo

el "principio de precaución", que el tiempo empleado ha valido la pena y que la inversión económica no terminará con las chapas machacadas o con el desequipamiento total de la instalación.



5. ANEXOS

NORMATIVA AMBIENTAL DE AFECCIÓN AL EQUIPAMIENTO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS EN EL MEDIO NATURAL.

1. NORMATIVA EUROPEA	**Directiva 92/43, de 21 de mayo, relativa a la Conservación de los Hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.**
	Directiva 97/62/CE del Consejo, de 27 de octubre de 1997, por la que se adapta al progreso científico y técnico la directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora silvestres.
	Directiva 79/409/CEE, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres.
	Directiva 97/49/CE, de 29 de julio de 1.997, por la que se modifica la Directiva 79/409/CEE del Consejo relativa a la conservación de las aves silvestres.

2. NORMATIVA ESTATAL	**Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad**
	Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo. Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.
	Orden de 9 de julio 1998, por la que se incluyen determinadas especies en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y cambian de categoría otras especies que ya están incluidas en el mismo. Orden de 10 de marzo de 2000, por la que se incluyen en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas determinadas especies, subespecies y poblaciones de flora y fauna y cambian de categoría y se excluyen otras especies ya incluidas en el mismo.
	Orden de 28 de mayo de 2001, por la que se incluye en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas la subespecie Urogallo pirenaico y se reclasifica, dentro del mismo la especie Alcaudón chico.
	Orden MAM/1653/2003, de 10 de junio, por la que se incluye al Cangrejo de río en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, y se reclasifica y excluye del mismo respectivamente al milano real de las Islas Baleares y a la culebra viperina de estas mismas islas.
	La Ley 43/2003 de 21 de noviembre de Montes.

3. NORMATIVA FLORA - FAUNA COMUNIDADES AUTÓNOMAS	
ANDALUCÍA	Decreto 104/1994, de 10 de mayo, por el que se establece el Catálogo Andaluz de Especies de Flora Silvestre Amenazada. Ley 8/2003, de 28 de octubre, de Flora y Fauna Silvestres. LEY 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, y se establecen medidas adicionales para su protección.
ARAGÓN	Decreto 104/1994, de 10 de mayo, por el que se establece el Catálogo de especies Amenazadas de Aragón. Decreto 181/2005, de 6 de septiembre, modifica parcialmente el Decreto 49/1995, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
ASTURIAS	Decreto 32/1990, de 8 de marzo, de creación del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna Vertebrada. Decreto 65/1995, de 27 de abril, de creación y normas de protección del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora.
BALEARES	Decreto 46/1988, de 28 de abril, se declaran protegidas determinadas especies de fauna silvestre. Ley 6/1991, de 20 de marzo, de Protección de Árboles Singulares. Decreto 24/1992, de 12 de marzo, por el que se establece el Catálogo Balear de Especies Vegetales Amenazadas.
CANARIAS	Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas.
CANTABRIA	Ley 3/1992, de 18 de marzo, de Protección de los Animales.
CASTILLA LA MANCHA	Decreto 33/1998, de 5 de mayo, Catálogo Regional de Especies Amenazadas. Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza. Decreto 200/2001, de 6 de noviembre, modificación del Catálogo Regional de Especies Amenazadas.
CASTILLA Y LEÓN	Decreto 63/2003, de 22 de mayo, por el que se regula el Catálogo de Especímenes Vegetales de singular relevancia de Castilla y León y se establece su régimen de protección.
CATALUÑA	Ley 3/1998, de 4 de marzo, de Protección de Animales. Orden de 10 de abril de 1997, por la que se amplía la relación de especies protegidas de Cataluña. Decreto 172/2008, de 26 de agosto, de creación del Catálogo de Flora Amenazada de Cataluña.
COMUNIDAD VALENCIANA	Decreto 265/1994, de 20 de diciembre, de creación y regulación del Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas de Fauna y establecimientos de categorías y normas de protección. Microrreservas de Flora.
EXTREMADURA	Decreto 36/2001, de 6 de marzo, Creación categoría Árboles Singulares. Decreto 37/2001, de 6 de marzo, Creación Catálogo Regional de Especies.
GALICIA	Ley 9/2001, de 21 de agosto, de Conservación de la Naturaleza.
LA RIOJA	Ley 5/1995, de 22 de marzo, de Protección de los Animales de La Rioja. Decreto 59/1998, de 9 de octubre, por el que se crea y regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre de La Rioja.
MADRID	Ley 2/1991, de 14 de febrero, para la protección y regulación de la fauna y flora silvestres en la Comunidad de Madrid. Decreto 18/1992, de 26 de marzo, aprobación del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres y creación de la categoría de Árboles Singulares. Orden del 10 de diciembre de 1993, por la que se actualiza el catálogo de ejemplares de flora incluidos en la categoría de Árboles Singulares.
MURCIA	Ley 7/1995, de 21 de abril, de normas reguladoras de la Fauna Silvestre, Caza y pesca Fluvial. Decreto 50/2003, de 30 de mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Flora silvestre protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales. Ley 10/2002, de 12 de noviembre, de modificación de la Ley 7/1995, de 21 de abril, normas reguladoras de la fauna silvestre, caza y pesca fluvial.
NAVARRA	Ley Foral 2/11993, de 5 de marzo, de protección y gestión de la fauna silvestre y sus hábitats. Ley Foral 18/2002, de 13 de junio, modificación Ley Foral 2/1993, de 5 de marzo, de protección y gestión de la fauna silvestre y sus hábitats.
PAIS VASCO	Ley 6/1993, de 29 de octubre, de Protección de los Animales. Ley 16/1994, de 30 de junio, de Conservación de la Naturaleza del País Vasco. Decreto 265/1995, de 16 de mayo, de Declaración de varios árboles singulares. Decreto 167/1996, de 9 de julio, de Regulación del Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina. Orden de 8 de julio de 1997, por la que se incluyen en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina, nuevas especies, subespecies y poblaciones de vertebrados. Orden de 10 de julio de 1998, por la que se incluyen en el Catálogo Vascos de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina, 130 taxones y 6 poblaciones de flora vascular del País Vasco. Ley 1/2010, de 11 de marzo, de modificación de la Ley 16/1994, de 30 de junio, de Conservación de la Naturaleza del País Vasco.

4. INVENTARIOS DE EENNPP EN LAS CCAA	
Lista de Andalucía	Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.
Lista de Aragón	Ley 6/1998, de 19 de mayo, de Espacios Naturales Protegidos de Aragón.
Lista de Asturias	Ley 5/1991, de 5 de abril, de Protección de los Espacios Naturales.
Lista de Cantabria	Ley de Cantabria 4/2006, de 19 de mayo, de Conservación de la Naturaleza.
Lista de Castilla-La Mancha	Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza.
Lista de Castilla y León	Ley 08/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León.
Lista de Catalunya	Ley 12/1985, de 13 de junio, de espacios naturales.
Lista de la Comunidad de Madrid	No cuenta con una legislación propia, utiliza figuras derivadas de distintas leyes estatales.
Lista de la Comunidad Valenciana	Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de espacios naturales protegidos de la Comunidad Valenciana.
Lista de Extremadura	Ley 8/1998, de 26 de junio, de conservación de la naturaleza y de espacios naturales de Extremadura.
Lista de Galicia	Ley 9/2001, de 21 de agosto, de Conservación de la Naturaleza.
Lista de las Islas Baleares	Ley 1/1991, de 30 de enero, de espacios naturales y de régimen urbanístico de las áreas de especial protección de las Islas Baleares.
Lista de las Islas Canarias	Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias.
Lista de La Rioja	Ley 4/2003, de 26 de marzo, de Conservación de Espacios Naturales de La Rioja.
Lista del País Vasco	Ley 16/1994, de 30 de junio, de conservación de la naturaleza del País Vasco.
Lista de la Región de Murcia	Ley 4/1992, de 30 de julio, de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia.
Lista de Navarra	Ley foral 9/1996, de 17 de junio, de Espacios Naturales de Navarra.

5. LEGISLACIÓN FORESTAL AUTONÓMICA	
ANDALUCÍA	Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía (se desarrolla mediante el Reglamento Forestal de Andalucía aprobado mediante Decreto 208/1997, de 9 de setiembre) Modificaciones de la Ley Forestal de Andalucía: - Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres. Se deroga los artículos 47.2 y 76.7, así como los artículos 48.b), 61, 64.3 y 77.3 en lo que se refiere a caza, pesca y fauna cinegética. - Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales. Deroga los arts. 44.1.a) y b), 50 a 55, 58, 59 y 76.10 y Disposición Transitoria quinta de la Ley 2/1992. a partir de la entrada en vigor de la Ley de prevención y lucha contra los incendios forestales.
ARAGÓN	Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón.
CANARIAS	
CANTABRIA	La Ley de Montes de Cantabria está en fase de tramitación
CASTILLA-LA MANCHA	Ley 3/2008, de 12/06/2008, de montes y gestión forestal sostenible de Castilla-La Mancha OBS: Artículo 8: Redacción según Ley 7/2009, de 17 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Directiva 2006/123/CE, de 12 de diciembre, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los Servicios en el Mercado Interior.
CASTILLA Y LEÓN	Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León

>>

>>

CATALUÑA	Ley 6/1988, de 30 de marzo, Forestal de Cataluña. Ley 7/1999, de 30 de julio, del Centro de la Propiedad Forestal. Modificaciones de la Ley Forestal de Cataluña - Decreto Legislativo 10/1994, de 26 de julio, por el que se adecua la Ley 6/1988, de 30 de marzo, forestal de Cataluña. - Ley 31/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas - Ley 5/2003, de 22 de abril, de medidas de prevención de los incendios forestales en las urbanizaciones sin continuidad inmediata con la trama urbana - Decreto Legislativo 3/2010, de 5 de octubre, para la adecuación de normas con rango de Ley a la Directiva 2006/123/CE, del Parlamento y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a los servicios en el mercado interior. - Decreto 35/1990, de 23 enero, por el cual se fija la unidad mínima forestal.
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre (BON nº 6, 14 de enero de 1991), de Protección y Desarrollo del Patrimonio Forestal de Navarra Decreto Foral 59/1992, de 17 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Montes en Desarrollo de la Ley Foral 13/1990. Modificaciones de la Ley 13/1990: Ley Foral 18/1999, de 30 de diciembre, modificación del artículo 78.4. de la Ley Foral 13/1990, Ley 3/2007, de 21 de febrero, de modificación de la Ley Foral 13/1990
COMUNIDAD DE MADRID	Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid
COMUNIDAD VALENCIANA	Ley 3/93, forestal de la Comunidad Valenciana Desarrollada reglamentariamente por el Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano Modificado por las siguientes leyes: Ley 10/1998, de 28 de diciembre, de 1998, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y
EXTREMADURA	Financiera y de Organización de la Generalitat Valenciana - Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana - Ley 2/1997, de 13 de junio, por la que se modifica la Ley de Suelo No Urbanizable, de 5 de junio - Ley de la Comunidad Autónoma de Valencia 16/2010, de 27 de diciembre, de medidas fiscales, de gestión administrativa y financiera, y de organización de la Generalitat. - LEY 10/2012, de 21 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat.
GALICIA	Ley 7/2012, de 28 de junio, de montes de Galicia
ISLAS BALEARES	
LA RIOJA	Ley 2/1995 de 10 de febrero de 1995, de Protección y Desarrollo del Patrimonio Forestal de La Rioja Decreto 114/2003 de 30 de octubre de 2003, por el que se aprueba el Reglamento de Desarrollo de la Ley 2/1995,
PAÍS VASCO	Norma Foral de Montes de Álava de 11/2007 de 26 de marzo (BOTHA nº 44, 13/04/2007) Norma Foral 7/2006 de 20 de octubre, de montes de Gipuzkoa (BOG nº 204, 26/10/2006) Norma Foral 3/1994, de 2 de junio, de Montes y Administración de Espacios Naturales Protegidos de Vizcaya
PRINCIPADO DE ASTURIAS	Ley del Principado de Asturias 3/2004, de 23 de noviembre, de Montes y Ordenación Forestal Ley 6/2010, de 29 de octubre, de primera modificación de la Ley 3/2004, de 23 de noviembre, de montes y ordenación forestal.
REGIÓN DE MURCIA	La Ley Forestal de la Región de Murcia se encuentra en fase de borrador.

BIBLIOGRAFÍA

• Carta Europea de Turismo Sostenible - Europarc España. (s.f.). Obtenido de http://www.redeuroparc.org/actividades/carta-europea-turismo-sostenible

• Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/

• Constitución Española. (1978).

• Deporte, M. d. (s.f.). Gestión del Patrimonio Cultural en las Comunidades Autónomas. Obtenido de http://www.culturaydeporte.gob.es/cultura/patrimonio/informacion-general/gestion-autonomica.html

• España, R. E. (s.f.). Listado de Figuras de Protección utilizadas en la gestión autonómica para la designación de EENNPP. Obtenido de http://www.redeuroparc.org/system/files/shared/Anexo-I_-figuras-de-proteccion.pdf

• (2007). Estrategia de Desarrollo Sostenible en España.

• Conceptos de uso público en los espacios naturales protegidos - Europarc España. (s.f.). Obtenido de http://www.redeuroparc.org/system/files/shared/manual_1.pdf

• II Seminario de Espacios Naturales Protegidos y Deportes de Montaña Mesa técnica I "Terminología en la Normativa de Espacios Naturales Protegidos" - FEDME. (s.f.). Obtenido de http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/22_F_es.pdf

• Junta de Andalucía-Servicio de Atención a la Ciudadanía. (s.f.). Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=c90cd80dddf70210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnextchannel=e6c1359e96e56310VgnVCM2000000624e50aRCRD

• La Carta Europea del turismo sostenible en los espacios protegidos. (2007).

• Ministerio de Agricultura, P. y. (s.f.). Política Forestal en España. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/planificacion-forestal/politica-forestal-en-espana/index.aspx

• Ministerio de Cultura y Deporte. (s.f.). Obtenido de http://www.culturaydeporte.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/bienes-culturales-protegidos/definicion.html

• Ministerio para la Transición Ecológica. (s.f.). Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad

• Santos Preciado, J. M. (2004). Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Uned.

MÓDULO 3

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS EQUIPAMIENTOS

Por: **Felipe Guinda Polo**

INTRODUCCIÓN

Cada fin de semana miles de practicantes de deportes activos en zonas naturales se mueven por la geografía española para poder realizar su actividad deportiva favorita. Ya veremos su número y su tasa de crecimiento en este trabajo.

Igualmente, las llamadas Áreas Verticales de Actividad Deportiva (AVAD, a partir de ahora) aumentan año tras año con un índice de crecimiento muy alto, que también analizaremos.

El barranquismo, las vías ferratas y las escaladas en terreno natural se distinguen enormemente de los deportes de equipo que se desarrollan en instalaciones deportivas de centros urbanos. Esa diferencia, y nuestra forma de ser y actuar como colectivo, conllevan innumerables características propias.

Desde el punto de vista socioeconómico, para poder practicar estos deportes en zonas naturales se deben cumplir algunos requisitos:

- Adquirir el material necesario: pies de gato, cintas, cuerdas….
- Realizar un desplazamiento: vehículo y gastos indirectos.
- Llegar a un punto de destino determinado. Hay que resaltar que los escaladores visitan muchos lugares diferentes, tanto a nivel provincial, regional, nacional e internacional, con lo que el ámbito geográfico de acción es descomunal.
- Adquirir y hacer gasto para las necesidades primarias: agua y bebida, comidas, café…
- Hacer uso de lugares para pernoctar: refugios, albergues, hoteles…

Otro punto que estudiaremos es la razón por la que España es reconocida como el mejor lugar del mundo para escalar en zona natural, fama que por muchas razones se merece.

También analizaremos cómo algunas localidades y zonas españolas y europeas han aprovechado las condiciones socioeconómicas para optimizar todos sus recursos y dar vida humana, social y económica a sus poblaciones y habitantes. También veremos las características de las zonas de escalada y su crecimiento.

A lo largo del módulo profundizaremos también en las razones que llevan a los escaladores a elegir unas zonas u otras. Para eso hemos consultado y analizado los pocos estudios internacionales sobre el tema y utilizado una encuesta que hemos hecho recientemente en España gracias a la que trazaremos un perfil de los escaladores en España y lo compararemos con los datos que tenemos de otros lugares del mundo. Tanto su origen, procedencia, características y forma de actuar han cambiado sustancialmente en los últimos años.

Y para finalizar, estudiaremos por encima las diferentes posibilidades que ofrecen las zonas de escalada, las vías ferratas y los descensos de barrancos.

Dejaremos a un lado la escalada en rocódromos, igualmente emocionante de analizar, pero fuera del ámbito de este trabajo.

OBJETIVOS

- Tomar conciencia de las profundas y reales capacidades que brinda la escalada a sus distintos territorios como forma de promoción turística con impactantes resultados socioeconómicos.
- Mostrar las líneas principales de actuación y presentación a las diferentes partes (stakeholders).
- Aprender y tomar como referencia actuaciones exitosas ya acometidas tanto en España como en el resto del mundo.
- Conocer la increíble inercia de crecimiento de la escalada a nivel nacional, tanto de zonas de escalada como de número de practicantes.
- Trazar un perfil de los escaladores en España.
- Analizar la relación entre el colectivo español de escaladores y el mundo federativo.

1. EL MOTOR DE LAS ACTIVIDADES DEPORTIVAS VERTICALES EN EL MEDIO NATURAL

1.1. Como medio de promoción turística

Las Instalaciones Deportivas Verticales en el Medio Natural (IDVMN, de aquí en adelante) atraen cada vez más a un número creciente de practicantes. Conviene recordar que en este estudio nos centramos en las actividades verticales, como la escalada, el barranquismo y las vías ferratas. Dejamos a un lado otras actividades no menos interesantes, como las carreras por montaña o el senderismo, que quedan fuera del objeto del presente trabajo.

Lo que es un hecho es el aumento de practicantes de estas modalidades y, sobre todo, la enorme inercia de crecimiento de los mismos en los años recientes. Tanto el número de personas como el número de instalaciones siguen creciendo con una curva ascendente muy significativa que estudiaremos aquí. El número de deportistas moviéndose por toda la geografía española de forma continua es considerablemente alto, mucho más de lo esperado a priori, y nos da una idea de su tamaño y de lo que vendrá en los próximos años.

Al desarrollarse fuera del entorno urbano, estas actividades requieren de desplazamiento hacia lugares ru-

rales más o menos habitados donde existan las instalaciones naturales necesarias para su práctica. Esta especial característica le confiere un alto potencial socioeconómico que hasta ahora no se había estudiado.

1.2. Como medio de atracción de visitantes

Especialmente la escalada, pero también el barranquismo y las VVFF, conllevan el movimiento de deportistas desde sus domicilios (normalmente en centros urbanos) hasta el lugar elegido para la actividad. Es decir, los destinos sirven de reclamo para llevar gente hasta ellos. De esta forma, los deportistas conocen lugares nuevos en zonas rurales más o menos deshabitadas. Y no solo un único lugar, ya que una de las características de estos deportistas es que van cambiando continuamente de destino para conocer nuevos lugares para la práctica de su actividad. La pasión por estos deportes es tan adictiva que un escalador no duda en hacer un montón de kilómetros si el destino le resulta atractivo, por lo que el radio de acción es increíblemente amplio.

Y hay muchos ejemplos ya donde gracias a crear y potenciar estas IDVMN, zonas alejadas de los núcleos urbanos son visitadas, y que de otra manera no tendrían esa visibilidad. El deportista, de esta forma, conoce y visita continuamente nuevos lugares, con todo lo que este hecho conlleva. Muchos tenemos nuestros lugares favoritos, pero no dudamos en seguir conociendo nuevos.

1.3. Como dinamizador socioeconómico de los territorios

Poder practicar estas actividades requiere de gasto, no solo en material (las marcas fabricantes de material para estos deportes deben tener muy en cuenta los índices de crecimiento positivo de sus potenciales clientes), o en desplazamiento (carburantes, vehículo, etc.), sino también en lo necesario en el lugar de destino. Incluso visitas de una sola jornada conllevan tomar café, comprar alimentos y agua, comer un bocadillo o unas papas bravas tras la actividad o tomar la obligada cerveza al finalizar. Y son aspectos que tenemos muy en cuenta para volver, ya que son costumbres a las que no estamos dispuestos a renunciar. Y si son varios días, a todo esto hay que sumar la estancia y las comidas.

De esta forma, el deportista se convierte también en visitante y turista que puede visitar esas zonas de forma regular, no ocasional como en el turismo clásico.

Además, muchos deportistas hacen de estos lugares su residencia y medio de vida, por lo que su capacidad dinámica para potenciar los territorios crece.

En muchos casos, la escalada ha sido el exclusivo motor socioeconómico para zonas que vieron y trabajaron su potencial, sin el cual la situación de su territorio decaería.

2. ESPAÑA: EL MEJOR LUGAR DEL MUNDO PARA LA ESCALADA Y LOS DEPORTES VERTICALES EN MEDIO NATURAL

"All the hype you've heard about Spanish sport climbing is absolutely true: It's the best in the world."
(Blake Herrington, Revista CLIMBING, 18 diciembre 2015, Colorado, USA).

2.1. ¿Por qué?

Es un hecho reconocido a nivel mundial. España es el mejor lugar del mundo para la escalada. Las encuestas así lo muestran. Es el destino perfecto elegido por los escaladores de todo el mundo. Y debemos ser conscientes de ello. Aunque, por supuesto, hay en otras partes del planeta lugares increíbles para escalar, solamente en España se suman todas las condiciones:

- Con más de 2.500 horas de sol al año como media, el tiempo meteorológico es perfecto para disfrutar de la escalada. Sea cual sea la época del año y las condiciones climáticas, siempre hay lugares donde poder escalar.
- España es el país donde existen diferentes tipos de roca para escalar. Encontramos vías sobre granito, caliza, arenisca, conglomerado, volcánica, y muchas más, lo que da idea del abanico de posibilidades que el escalador tiene a su disposición.
- No solo la cantidad -cientos de miles de metros escalables (solo en Aragón, más de 12.000 vías entre clásicas, deportivas y búlder)-, sino la calidad de las rutas son razones indiscutibles para escalar en España.
- Los accesos a la información y a muchas de las zonas de escalada son sencillos.
- La infraestructura de alojamientos, compuesta de albergues, refugios, turismo rural, camping y hoteles en los lugares de escalada o sus cercanías, cubre las necesidades de los visitantes.

- La comida mediterránea en general y la española en particular no pasa desapercibida a los escaladores.

2.2. Otros ejemplos de éxito

Arco di Trento (Italia)

Arco es un pequeño y tranquilo pueblo ubicado en el valle del Sarca, a escasos kilómetros del extremo norte del Lago di Garda, el lago más grande de Italia. Este pequeño pueblo parece vivir del turismo de escalada y de montaña en general. Entre infinidad de bares y restaurantes, cuenta, en una sola calle, con multitud de tiendas de material de montaña. A las afueras del pueblo también hay un espectacular rocódromo abierto al público. La escalada aquí ha conseguido aumentar la población, evitar la salida de sus habitantes y enriquecer el lugar.

En los alrededores de Arco, y sobre todo a lo largo del valle del Sarca, hay una infinidad de zonas de escalada para todos los niveles: desde sectores de deportiva y grandes paredes con vías de hasta 1.400 metros, tanto de carácter deportivo como de carácter clásico, hasta largos recorridos de artificial. Todo esto en un entorno prealpino con un suave clima mediterráneo, agradable durante casi todo el año, suavizado por la cercanía del gran Lago di Garda.

Kalymnos (Grecia)

La isla de Kalymnos, en Grecia, es uno de los principales destinos mundiales para la práctica de la escalada deportiva. Cada año miles de escaladores viajan hasta este paraíso de la escalada. Actualmente hay unas 3.000 vías equipadas repartidas entre más de 70 sectores. También aquí todo gira alrededor de la escalada: economía, transportes, servicios, alojamientos, etc. Por clima, es parecido a España, pero llegar es más complicado. Además, España es mucho más completo en cantidad y variedad.

Geyikbayiri (Turquía)

La zona de Geyikbayiri, en la región turca de Antalya, es una potente zona que comenzó a desarrollarse en 2000, ganando rápidamente popularidad, y siendo hoy en día de las áreas más visitadas en la zona, tanto por escaladores nacionales como de otros países, algunos tan lejanos como Alemania y Noruega. 40 sectores y más de 800 vías dan imagen de sus posibilidades, contemplando rutas de todas las dificultades.

Sus inicios fueron apoyados por las administraciones turcas que, poco a poco, viendo la gran afluencia de escaladores, han creado multitud de servicios a su alrededor, dando vida a una zona antes mucho más detenida.

Chulilla (España)

En 2009, el Ayuntamiento invirtió 30.000 euros (provenientes de la Conselleria de Turisme) para equipar vías nuevas en paredes nuevas, marcando una línea de calidad en escalada y equipamiento. Fue tal el éxito que en 2011 aprobó el gasto de más de 268.000 euros (fondos FEDER) para la adecuación de infraestructuras destinadas a uso de actividades de turismo deportivo, tales como la escalada y el senderismo.

El Ayuntamiento dice que la zona de escalada de este municipio valenciano *"es su potencial y su principal apuesta"*, además de un diferenciador claro con la apuesta turística de otras localidades de la provincia: "*la escalada es lo que nos diferencia*".

Araotz (España)

Buenas paredes y vías gracias a la colaboración de las administraciones, escaladores, propietarios y al empuje de la Federación Guipuzcoana de montaña, tras un largo trabajo de cinco años. Un ejemplo a seguir, con todas las partes trabajando en un mismo sentido. Y funciona.

Aragón (España)

A finales de los años 90, la Federación Aragonesa de Montañismo ya preparó un informe al Gobierno de Aragón mostrando el potencial de la escalada como elemento dinamizador socioeconómico de las zonas rurales, con presupuestos sustancialmente menores que otras ofertas de tipo turístico para atraer visitantes.

El Gobierno de Aragón, a través de las Direcciones Generales de Deportes y de Ordenación del Territorio, otorgó subvenciones para el equipamiento de nuevas zonas de escalada en zonas rurales. Y lo hizo dentro del capítulo de inversiones en instalaciones deportivas, lo cual evidencia su reconocimiento del material instalado en las vías de escalada como equipamiento deportivo.

De esta forma, nacieron los primeros equipamientos en lugares tan notables actualmente como Rodellar, referente mundial de dificultad visitado por los mejores escaladores deportivos del mundo. Igualmente nacieron zonas tan interesantes como Torralba de los Frailes, Huesa del Común, Foradada del Toscar, Benasque, etc.

También se potenciaron considerablemente zonas tan famosas como Riglos o Morata de Jalón, entre muchas otras. Estas dos últimas se han visto profundamente potenciadas socioeconómicamente por la visita regular de gran cantidad de escaladores.

3. LOS ESCALADORES Y ESCALADORAS

3.1. Push and pull de la escalada en España

¿Qué anima a los escaladores a salir de sus zonas de confort (push)?

En la encuesta realizada en el estudio sobre la escalada en España, a **más de quinientos escaladores** se les preguntaba por las razones que les llevaban a salir de sus zonas de influencia para buscar otras áreas. Igualmente se buscaba conocer la relación entre la experiencia de la escalada y los atributos de los destinos elegidos para marcar su grado de satisfacción. Entre las muchas posibilidades que se les ofrecían, las dos más importantes motivaciones *push* fueron **el entorno físico y los retos que ofrecían las vías** que les gustaban.

¿Cuáles son las razones por lo que los escaladores eligen unas zonas u otras (pull)?

De la misma forma, entre todas las opciones que se les ofrecían de por qué elegían unas zonas determinadas y no otras, las tres razones principales fueron la búsqueda de **nuevas sensaciones en las vías elegidas, la adecuación de las vías ofrecidas al tipo de escalada preferida del escalador, y la cantidad y calidad de vías de las zonas.**

3.2.- Perfil de los escaladores en España

Análisis de datos

Nunca hasta ahora se había analizado de forma profunda la escalada en España. Salvo algunos escasos y estupendos estudios sobre las zonas de escalada, no había nada sobre los escaladores. Ni cantidad, ni perfil, ni tendencias de crecimiento. Obviamente la tarea no era fácil. Para intentar conseguir esa información se han cruzado datos de los federados que practican escalada, el porcentaje de escaladores no federados, las encuestas y el conteo durante seis meses del número de escaladores en dos grandes zonas de España.

Escaladores de otras zonas del mundo

Depende mucho de las zonas. Por ejemplo, en el levante o en las islas, la cantidad de escaladores extranjeros es muy superior a los de las zonas del interior. Lo que ya es un hecho comprobado es el aumento de escaladores extranjeros que cada año visitan nuestras paredes. Cada vez más escaladores de más cantidad de países apuntan nuestro país como destino de escalada. Por eso, toda acción de promoción en este sentido tendrá resultados positivos a corto y medio plazo. Ya no solo alemanes, franceses o ingleses, cada vez más noruegos, suizos, polacos o checos, entre muchos otros, nos visitan.

3.3. Número de escaladores

El dato clave. Todo lo expuesto anteriormente nos lleva a este punto. ¿Qué masa de personas mueve la escalada regularmente por la geografía española? ¿Cuántos escaladores hay en activo en España actualmente? ¿Y cómo se cuantifica social y económicamente ese movimiento de masas?

Con los datos analizados mediante estadísticas cruzadas, encuestas y conteos a pie de pared, l**a cantidad**

total supera el medio millón de personas. Todos esos datos se han desarrollado por estadísticas de procedencia, edad, sexo…

Lo cierto es que, de ese número, el 70% corresponde a las zonas de influencia. Es decir, la mayor parte de los escaladores acuden a sus zonas cercanas del lugar de residencia. Es un dato importante de cara a las acciones de promoción, pero menos significativo en su totalidad, ya que en el fondo da igual su procedencia, lo importante es que su número sea alto y creciente, que cada vez sean más los escaladores que acuden a las zonas de escalada y que su número sea suficiente para invertir en ellos, con accesos, equipamientos de paredes, hostelería, etc…

Lo que sí hay que anotar es el índice de crecimiento, descomunal en estos momentos, ya que nunca hasta ahora ha llevado tanta inercia. La razón hay que buscarla en el origen. Hasta hace muy pocos años se llegaba a la escalada desde el montañismo. Es decir, primero hacías montañismo para luego acercarte a la escalada. En la actualidad, a la escalada se llega desde la escalada. El gran número de rocódromos y de centros de escalada, creciente todavía, lleva a las personas a conocer la escalada al lado de sus casas. Así pueden iniciarse con comodidad y seguridad sin exigir desplazamientos, material o aprendizaje. En cierta manera, antes los escaladores eran un pequeño grupo muy especializado y con unas características muy marcadas. Ahora, se ha socializado y está al alcance de todo el mundo.

Y este dato clave, básico y muy notorio debe ser conocido por todos los *stakeholders* del mundo de la escalada (administraciones, fabricantes, federaciones…) porque va a marcar el futuro inmediato de nuestro deporte.

3.4. Escaladores y Federaciones Deportivas

Los federados en montaña en España rondan los 250.000 deportistas, siendo groso modo, la mitad afiliados a la FEDME y la otra mitad a las licencias exclusivamente autonómicas en la CCAA donde existe la posibilidad de federarse solamente a nivel autonómico (casi todas). Según encuestas de la propia FEDME y otra del Informe sobre la Escalada en España, tan solo el 15% de los federados son escaladores o practican la escalada regularmente (dos veces al mes como mínimo). Y otro dato demoledor es que la mayoría de los escaladores no están federados (casi el 70%). Algunos entienden que el seguro es muy corto de prestaciones y buscan,

además, seguros particulares. Y por solidaridad, algunos también se federan. El dato es muy significativo. Por una parte, indica que la mayor parte de los federados se dedican a otras actividades mayoritariamente (senderismo, principalmente); y por otra, la más preocupante, la desafección entre escaladores y mundo federativo, una distancia ya antigua. El informe profundiza en las razones y propone medidas correctoras.

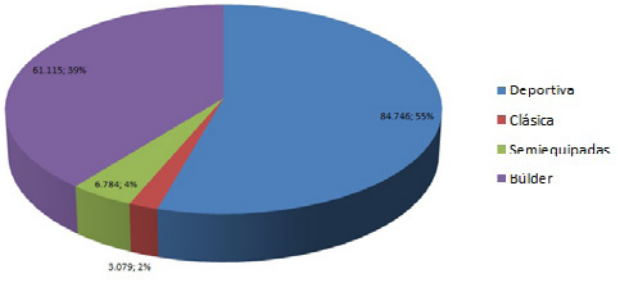
4. LAS ZONAS DE ESCALADA Y VVFF EN ESPAÑA

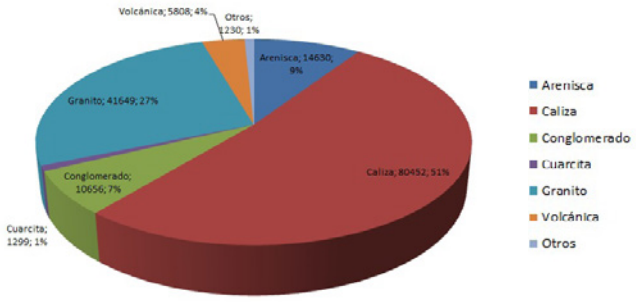
4.1. Características

Podemos clasificar las vías de escalada como deportivas, clásicas, búlder y psicobloc. En 2018, en España se catalogaban más de 150.000 vías de escalada y de 1.300 zonas de escalada (Bibliografía, documentos 1, 2,3, 4 y páginas web) -dejando aparte las zonas donde por razones medioambientales o legales la escalada no está permitida, y también las zonas menores, por lo que la cantidad real es superior-. Solo en Aragón había en ese año 11.148 vías de escalada catalogadas de los tres primeros, por lo que nos da una idea de la magnitud de las cifras.

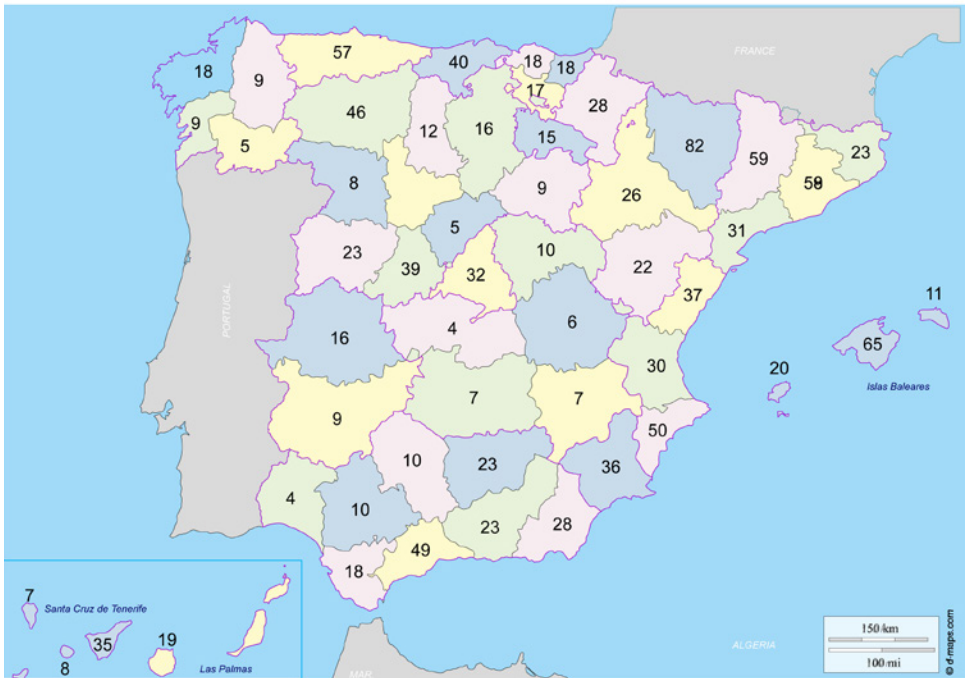
Y si vemos la línea de crecimiento, la tendencia sigue claramente al alza año tras año. Todos estos datos dan muestra de la enorme inercia de crecimiento que la escalada y los deportes verticales en medio natural poseen en estos últimos años.

Zonas de escalada por tipo de escalada y Zonas de escalada por tipo de roca





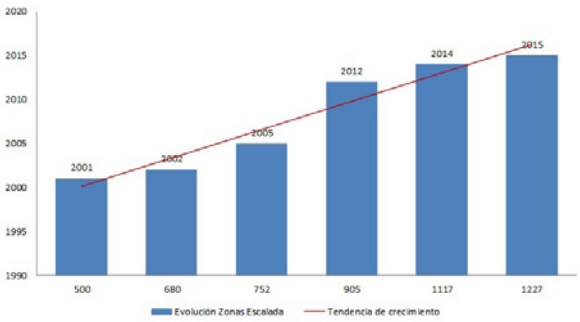
Zonas de escalada por provincias.



(Fuente, documentos 1, 2 y 3 en Bibliografía)

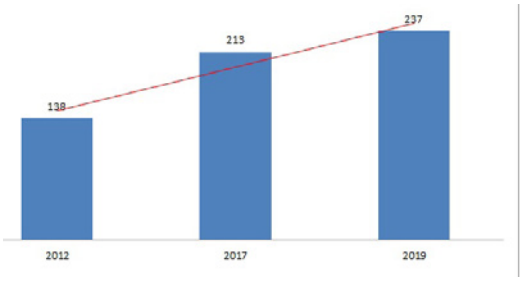
Evolución.

Evolución zonas de escalada



(Fuente: Especiales Zonas de Escalada revista Desnivel)

Evolución vías ferrata



(Fuente: Revistas Desnivel, Censo Instalaciones Deportivas CSD y páginas web

4.2. Zonas de escalada, vías ferrata y barranquismo

Si a todo lo dicho anteriormente sobre escalada, le sumamos los datos de vías ferrata y descenso de barrancos, los datos agrupados conforman una cantidad de importante magnitud, con una tasa de crecimiento descomunal tanto en AVAD (15% anual en escalada y 18% en VVFF), como en número de practicantes. El

número de deportistas es el que impulsa la creación de nuevas AVAD, por lo que se supone que su índice de crecimiento será algo mayor todavía.

El barranquismo, al tener un número limitado de instalaciones (los barrancos son los que son y no se pueden crear más), tendrá su número máximo de practicantes en su techo, limitado además por temas de empresas de guías y medioambientales de protección. Pero las VVFF tienen un importante aspecto a resaltar. Llegan a un público nada especializado, por lo que puede ser un camino de entrada (como los rocódromos) a los deportes verticales. Y sus practicantes e instalaciones crecen día a día, estableciéndose ya como una actividad deportiva autónoma, con deportistas específicos y muy fieles.
Y tanto las VVFF, como la escalada indoor y de competición (especialmente ahora al ser deporte olímpico), deberán convivir con la escalada en pared natural, el alpinismo o el barranquismo.

Por todo esto, el futuro de los deportes verticales en medio natural y todas las AVAD resultan tan apasionantes.

BIBLIOGRAFÍA

- **Dónde escalar en España**. Editorial Desnivel 2018.
- **Boulder en España**. Editorial Desnivel 2019.
- **La Escalada en España.** Informe sobre deportistas e instalaciones. La Escalada como Medio de Promoción Turística. Noviembre 2019. Felipe Guinda
- **Censo Nacional de Instalaciones Deportivas.** Consejo Superior de Deportes.
- **Climbers. Why do they climb?** Elliot Lis. University of Maribor (Eslovenia). 2015

BIBLIOGRAFÍA

• **Les sports extrêmes dynamisent l'attractivité de la région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée.** Kamel Chibli. Revista Espaces 339. 2017.

• **"It's a place to climb: place meanings of indoor rock climbing facilities".** Cory Kulczycki & Tom Hinch. Leisurte/Loisir. 2015**Censo Nacional de Instalaciones Deportivas.** Consejo Superior de Deportes.

• **Lifestyle sports and national sport policy: an agenda for research.** Alan Tomlinson, Neil Ravenscroft, Belinda Wheaton, Paul Gilchrist Report to Sport England March 2005 Contact Dr Neil Ravenscroft, Chelsea School Research Centre, University of Brighton.

• **Actas del I Congreso Internacional de Equipamientos de Escalada. F**edme. Benasque. 2000

• **Push or Pull? Identification of climbing Tourism Motivations.** Meltem Caber y Tahit Albayrac. Akdeniz University. 2016

MÓDULO 4

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

4.1 LA FÍSICA DE LA CAÍDA Y DEL ANCLAJE

4.2 TIPOS DE ANCLAJES

4.3 PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN SEGÚN TIPOS DE ANCLAJE

4.4 CADENAS O INSTALACIONES DE DESCUELGUE CARACTERÍSTICAS E INSTALACIÓN

4.5 MATERIAL PARA LA INSTALACIÓN

4.6 LOS ACEROS Y LA CORROSIÓN

4.7 GEOLOGÍA Y EQUIPAMIENTO EN EL MEDIO NATURAL

4.8 REEQUIPAMIENTOS

MÓDULO 4.1

LA FÍSICA DE LA CAÍDA Y DEL ANCLAJE

Por: **Javier Flores García**

INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a tratar de dar conceptos generales de la física de la caída utilizando principios fundamentales de la estática y la dinámica. El equipador/a que pretenda equipar AVAD debe asimilar esta información ya que las conclusiones extraídas son de vital importancia para la seguridad.

Estas conclusiones, sumadas a otros factores como puedan ser el tipo de roca, el estado de la roca, la rugosidad/irregularidad del soporte, la separación a bordes, la presencia de oquedades, etc., condicionarán el diseño y la distribución de los anclajes en la pared desde el punto de vista del funcionamiento estructural.

Si equipamos una AVAD es porque buscamos instalar una cadena de seguridad que elimine el riesgo de un accidente mortal. Una cadena de seguridad que posee unas características concretas:

- **Individual:** el escalador/a instala unos elementos móviles/intercambiables sobre una parte fija.
- **Colectiva:** la parte fija de la instalación (anclajes) es utilizada por muchos/as usuarios/as.
- **Temporal:** es eventual, ya que la parte móvil dura poco tiempo -sólo el tiempo de escalada-.
- **Definitiva**: la parte fija está llamada a perdurar en el tiempo y necesita de mantenimiento.
- **Versátil:** se forma con elementos dispares que varían por cada usuario/a, y de diferentes naturalezas o fabricantes.
- **Flexible:** hay diferentes técnicas y formas de uso, maniobras y, por lo tanto, tipos de cargas.

En el caso de una caída, el deportista sufrirá un impacto, que será absorbido por los elementos de la cadena de seguridad y transmitido mediante elementos de conexión a los anclajes instalados en la pared, que es el único elemento que por su naturaleza es capaz de contrarrestar las fuerzas que se producen en la caída debidas a la acción de la gravedad. La roca es elemento de progresión en la actividad, y en caso de caída debe ser el elemento de seguridad estructural que nos frene, junto a la colaboración indispensable del asegurador/a, que con sus habilidades podrá contrarrestar más o menos eficientemente un fatal desenlace.

En una caída, los anclajes soportan unas cargas que se transformarán en esfuerzos internos y se transmitirán de diferente forma y distribución a la pared, según la naturaleza y tipo de la conexión, y servirán para que el usuario/a sufra el menor daño posible.

OBJETIVOS

- Echar mano del campo de la estática para establecer un rango de valores extrapolables.
- Obtener ciertas pautas de cómo funciona la línea de vida deportiva.
- Tener una idea clara de cómo distribuir los anclajes a la hora de diseñar una ruta.

- Estos datos, unidos a la parte correspondiente a la naturaleza de la roca y a la tipología de anclajes, ayudarán a establecer elecciones acertadas a la hora de implantar soluciones concretas a casos concretos.

- Huir de recetas tipo y dotar al lector/a de conocimientos básicos para afrontar una labor de reequipamiento con garantías de seguridad.

1. LA FÍSICA DE LA CAÍDA

INTRODUCCIÓN, DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

¿Qué ocurre cuando caemos escalando?

En cualquier caída ocurre siempre la misma secuencia. El escalador/a caerá desde una altura determinada durante un tiempo, llegando un momento en el que la longitud de la cuerda es menor que la suma de la caída y el recorrido de ésta desde el asegurador/a. En este instante, se tensa durante un tiempo hasta que la cuerda agota su elasticidad. Es en ese momento cuando el escalador/a sufre una fuerza máxima de impacto. Para equilibrar esta caída, las cintas exprés se tensarán adoptando una figura poligonal tridimensional (polígono funicular de fuerzas) hasta contrarrestar la fuerza de caída del escalador/a.

Dependiendo de la elasticidad, el dinamismo de la línea de vida y la geometría espacial o distribución de anclajes, el escalador/a quedará parado/a antes o después. Si nos encontramos en una pared inclinada con poca verticalidad, el escalador/a se detendrá antes debido a que impacta contra la misma, o, en ciertos casos, incluso podrá andar sobre ella. En desplomes, la caída es al aire, y el escalador/a entrará en un movimiento pendular, con un periodo de oscilación que dependerá de la longitud de la cuerda hasta el anclaje, hasta que se detenga.

Intentar calcular la fuerza que se aplica sobre un anclaje cuando un escalador/a cae es realmente complejo. Se deben de tener en cuenta innumerables factores como la masa, la altura de la caída, la longitud de la

cuerda desplegada entre el cuerpo del escalador/a y el último anclaje (normalmente otro escalador/a), el tiempo que tarda en detenerse la masa en caída, el rozamiento entre la cuerda y los anclajes, la elasticidad de todos los componentes (cuerpo del escalador/a, arnés, cuerda, mosquetones, anclajes, etc.) y los factores de segundo orden.

Para poder realizar una aproximación didáctica se va a simplificar el cálculo mediante modelos ideales, para poder explicar cómo funciona la línea de vida y sacar conclusiones generales con las que podamos establecer unos criterios a la hora de instalar una línea de seguridad deportiva eventual.

La simplificación del modelo y el rango de valores teóricos de cálculo obtenidos arrojarán valores superiores a los de la realidad, ya que esta simplificación desprecia los importantísimos efectos de disipación de energía por rozamientos y dinamismo y los fenómenos de segundo orden.

Simplemente, hay que recordar la relación que existe entre las dos masas reales que intervienen en el proceso: la masa del escalador/a y la masa del asegurador/a. Esa relación interviene directamente en el dinamismo del efecto de la caída. Si el asegurador/a posee poca masa en relación al escalador/a, se verá arrastrado hasta que un tiempo después se detenga. Lograr el punto de equilibrio, y por tanto que se detenga el movimiento del sistema, está condicionado por múltiples factores: la masa del asegurador/a y situación de su centro de masas o gravedad (c.d.g.), el aumento del rozamiento adoptando una postura que lo favorezca, ejercer una fuerza contraria a la caída (correr hacia atrás o apoyarse en una piedra), etc.

Pero no es el único efecto dinámico que existe. También está el efecto de dinamismo del sistema o aparato asegurador. Dependiendo de qué tipo de aparato uses, la detección de la caída será más o menos dinámica. Otro efecto de dinamismo lo ofrecen las cintas exprés, que en situación de relajación adoptan una postura vertical desde el anclaje hacia el suelo. Sólo se ven afectadas por el movimiento de la cuerda en el avance del escalador/a. Esta situación se ve modificada cuando el escalador/a cae y la cuerda tensa el sistema hasta que se detiene. En este momento, las cintas exprés se moverán hasta encontrar una nueva posición de equilibrio frente a la acción de la tensión de la cuerda.

Por otro lado, en realidad, hay una gran cantidad de energía de la caída que se disipa en calor por el rozamiento que se produce entre la cuerda y los mosquetones de cintas exprés en el aparato asegurador y en la unión de la cuerda al arnés.

El hecho de reducir este complejo sistema dinámico a un sistema más estático para simplificar el cálculo nos pondrá del lado de la seguridad, al aumentar el valor de las fuerzas de tensión en la cuerda, y por consiguiente el efecto de las fuerzas sobre los anclajes.

Para poder llegar a valores reales y concretos, tendríamos que ensayar en la práctica con diferentes aparatos de medida colocados en cada anclaje, punto del asegurador/a y en el punto de unión de cuerda a escalador/a. Como el lector/a entenderá, hacer este estudio sobre el terreno real es casi imposible por la gran cantidad de medios necesarios.

Se proponen a continuación unos ejemplos para poder obtener ciertos valores de fuerzas. Estos ejemplos estándar no coinciden con ningún tipo de vía de escalada real, pero sirven para extraer conclusiones de algunas situaciones tipo que encontraremos en la realidad y de cómo funciona la línea de vida. El objetivo de este módulo no es saber con exactitud la carga real que cae sobre un anclaje, dada la infinitud de combinaciones posibles y la dificultad que plantea ensayar todos los anclajes en las diferentes combinaciones de tipos de especialistas, cuerdas, cintas exprés, mosquetones que portará, arnés, tipo de asegurador, etc.

1.1 La cadena dinámica de seguridad

La energía cinética producida por el escalador/a como consecuencia de una caída debe absorberse de forma gradual y completa por todos los elementos de la cadena de seguridad, logrando así su detención.

La energía que se libera en una caída se transforma en:

- **Deformación del material.** El material se alarga y se deforma (la cuerda se estira elásticamente, anclajes, mosquetones, cintas, anillos, etc.). Se denomina capacidad de absorción de energía (CAE).

- **Calor por rozamiento** (sistema de seguro y punto de reenvío).
- Y en **choque/impacto** (al escalador/a al punto de reenvío y a la reunión). Se denomina fuerza de choque/impacto (FCH).

> La cadena dinámica de seguridad, asimilable a una línea de vida deportiva, es la línea de seguridad que el escalador/a va instalando a medida que progresa. Está formada por anclajes, mosquetones y cintas, cuerda dinámica, sistema de freno (incluido el asegurador/a o seguro), instalación de cabecera (reunión), nudo de encordamiento y arnés.

En ningún caso real estará formada por elementos iguales al 100%, ya que cada usuario/a poseerá diferentes elementos que habrá ido adquiriendo a lo largo de su evolución como deportista.

Todos estos elementos deben tener una resistencia proporcional a la fuerza en la que se transforma la energía cinética en cada punto.

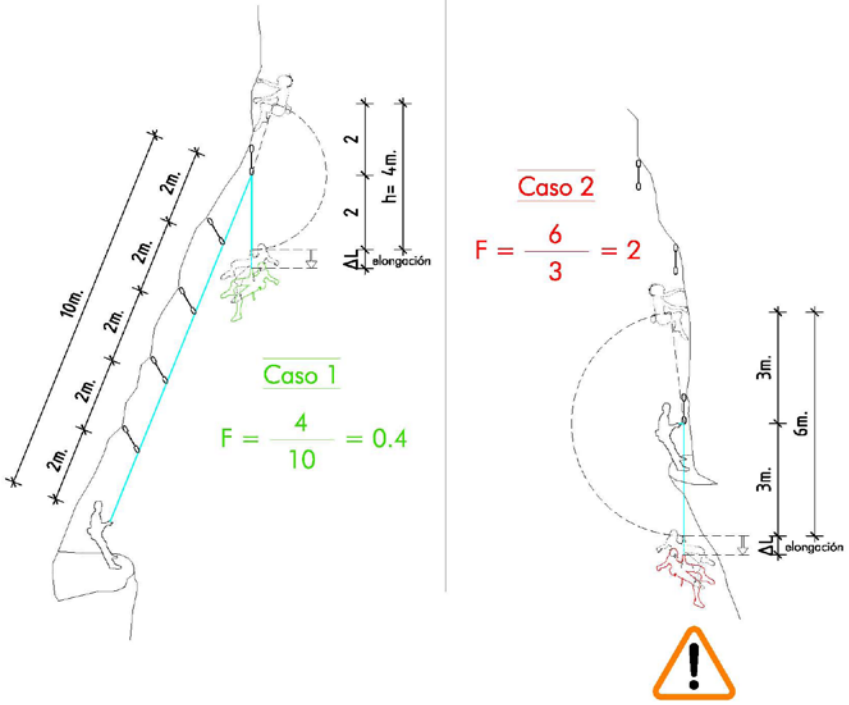
1.2 Factor de caída

El factor de caída (FC) es el resultado de la división de metros de caída (altura) por metros de cuerda utilizados en la retención de dicha caída. Generalmente, los valores oscilan entre 0 y 2 (cuanto mayor sea su valor, más grave será la caída).

> Fc=(altura total de la caída) / (longitud de la cuerda empleada en la retención)

Los esfuerzos máximos (solicitación máxima) se producen cuanta menos cuerda haya en juego. La dureza final de una caída no va en función de la altura de la misma, sino del (FC), pues a mayor longitud de cuerda, más se podrá estirar para dinamizar/amortiguar la caída.

$$F_{caida} = \frac{\text{altura total de la caida}}{\text{longitud de la cuerda empleada}}$$

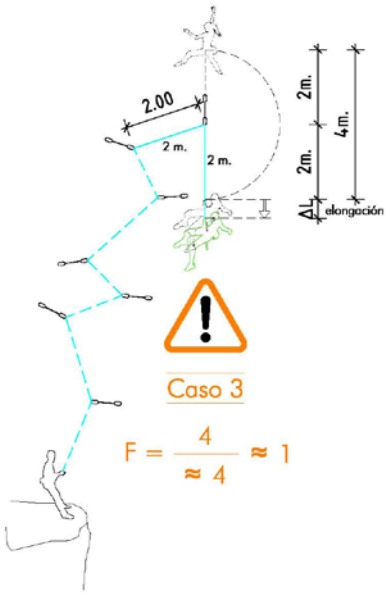


1.3 El factor de caída real (FCR)

$$F_{caida\ real} = \frac{\text{altura total de la caida}}{\text{longitud de la cuerda activa}}$$

Es el mismo concepto que el factor de caída al que se suman variables intrínsecas de cada itinerario, como los ángulos y rozamientos producidos por las cuerdas en los mosquetones y contra la pared, rozamientos del usuario/a contra la roca, etc.

Variables que pueden limitar/aumentar la propagación de la fuerza a lo largo de la cuerda. Generalmente, el tramo de la (CDS) plenamente solicitado se encuentra los 2/3 últimos anclajes instalados, y cada sección entre los anclajes inferiores, lo será cada vez menos, hasta llegar finalmente al asegurador/a (en el caso de que exista) o al último punto de anclaje efectivo.



1.4 Fuerza de impacto

Es el impacto real que recibe el escalador/a en el momento de detención de la caída y que depende directamente del factor de caída, del peso del especialista, del tipo de aseguramiento y de la capacidad de la cuerda/materiales para absorber la energía de la caída.

$$F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$$

Dónde:
F= la fuerza de impacto.
m= la masa.
g= la aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).
E= módulo de Young.
S= sección de la cuerda.
f= factor de caída.

La fuerza de impacto depende del factor caída, del tipo de cuerda y de la masa, y no de la altura de la caída.

Para el cálculo de una caída es cuestión de aplicar la ecuación. Para calcular, se conocen todos los coeficientes, excepto el módulo de Young de la cuerda, por lo que se hace necesario proceder a su cálculo previo.

Para conocer el módulo de Young de una cuerda (E), y poder usar y calcular la fuerza de choque para una caída determinada con una cuerda concreta, se puede obtener de las características de la cuerda un dato que nos da el fabricante y que se llama "fuerza de choque".

La fuerza de choque de una cuerda es un dato que nos proporciona el fabricante tras realizar el ensayo dinámico para las cuerdas que describe la norma EN 892. Sustituyendo en las variables de la ecuación los datos proporcionados por el fabricante, se puede calcular el módulo de Young de una cuerda. Obtenido el valor E, se trata de volver a la ecuación de la fuerza de impacto para calcular su valor.

> NOTA: Es necesario recordar que las capacidades dinámicas de la cuerda y de los materiales textiles disminuyen progresivamente con el uso, caída tras caída, y por ello la fuerza de choque aumenta con la degradación del material y el paso del tiempo.

1.5 Fuerza de arresto

Una vez conocida la fuerza de impacto que actúa sobre un escalador/a, puede resultar interesante preguntar acerca de qué fuerza puede resistir el cuerpo humano.

Desde la Segunda Guerra Mundial, en torno a la experimentación aeronáutica, se han realizado estudios sobre los efectos de las fuerzas de desaceleración sobre el cuerpo humano, en relación a los estudios de eyección de asientos de los aviones. Más tarde, investigadores en seguridad industrial siguieron realizando estudios en laboratorio en relación a las caídas detenidas con arneses.
En octubre de 1983, Maurice Amphoux, doctor francés investigador sobre seguridad industrial, en un Seminario Internacional de Protección de Caídas en Ontario (Canadá), expuso la fuerza máxima de arresto en 6 kN, que se ha adaptado por el estándar europeo.

De los diferentes estudios realizados, se establecieron comparaciones entre las fuerzas recibidas por paracaidistas en el momento de apertura del paracaídas, en torno a los 12 kN, y los valores obtenidos para un trabajador vestido de 80 kg, no perdiendo de vista que las condiciones atléticas de los paracaidistas les permiten aguantar mejor las fuerzas de desaceleración.

Como valores orientativos de las fuerzas que puede soportar el cuerpo humano tendremos los siguientes:

6 kN (612 Kgf)	Fuerza máxima que el cuerpo debería soportar.
8 kN (816 Kgf)	Se pueden producir roturas de músculos y tejidos.
12 kN (1.224 Kgf)	Se pueden producir desperfectos en el organismo humano.

1.6 Característica básica de las cuerdas. El módulo de Young (E)

De toda la cadena de seguridad, la cuerda es el elemento más importante. Es el elemento de conexión de todos los elementos de la cadena y la responsable de la transmisión de energía de una caída tanto a todos los seguros intermedios, como al asegurador/a o seguro, como al escalador/a.

Sin querer profundizar en el extenso mundo de las cuerdas, nos centraremos en saber dónde buscar la información necesaria para calcular el Módulo de Young.

$E = \frac{mg}{2Sf} \cdot \left(\left(\frac{F}{mg} - 1 \right)^2 - 1 \right)$	Dónde: E= módulo de Young. (Incógnita) F= fuerza de choque fuerza de choque en newton de la cuerda -dato suministrado por el fabricante-. (Ver ficha) S= sección de la cuerda en metros -dato suministrado por el fabricante-. (Ver ficha) m= masa del ensayo de la cuerda según NORMA UNE, cuyo valor es de 80 kg. g= aceleración de la gravedad (9,8 m/s²). f= factor de caída, según NORMA UNE, cuyo valor es de 1.77.

Si sustituimos en los datos de la ecuación los datos proporcionados por el fabricante, ya podemos calcular el módulo de Young de nuestra cuerda.

NOTA: en ocasiones el fabricante puede cambiar los datos de cálculo de F, al cambiar los datos iniciales f y m.

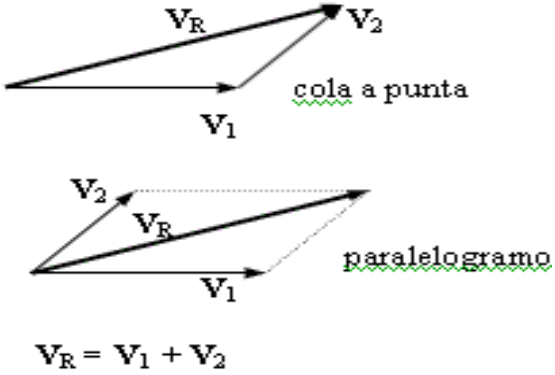
Cuantos más metros de cuerda activa haya disponibles en la caída, mayor absorción de la energía; pero solo si la cuerda trabaja de manera adecuada, es decir, sin roces excesivos, se producirá la absorción de energía deseada, reduciendo el impacto final sobre el escalador/a.

1.7 Leyes fundamentales

La mecánica de cuerpos rígidos se subdivide en la estática y la dinámica. La primera estudia los cuerpos en reposo; la segunda, los cuerpos en movimiento.

La mecánica elemental descansa sobre los principios fundamentales basados en la evidencia experimental: la ley del paralelogramo para la adición de fuerzas, el principio de transmisibilidad y las tres Leyes de Newton.

El álgebra vectorial es la disciplina que nos resuelve el cálculo de fuerzas. Para ello disponemos de operaciones básicas como la suma de vectores y la ley de paralelogramo con el método de la regla del triángulo. Se basa en la evidencia experimental. No puede probarse ni derivarse de manera matemática.



$$V_R = V_1 + V_2$$

Las fuerzas se representan matemáticamente por vectores. Poseen magnitud, dirección y sentido, que se pueden sumar mediante la ley del Paralelogramo.

Los vectores pueden ser de tres tipos: vectores fijos o ligados que son aquellos que tiene un punto de aplicación definido; vectores que se pueden mover libremente por el espacio, que son los vectores libres; y los que pueden moverse a través de su línea de acción, que son los vectores deslizantes. Estos son los que caracterizan la tensión de una cuerda. Mientras que la fuerza de impacto que recibe un escalador/a se encuentra asociado a su centro de masas (vector ligado).

Para analizar nuestro caso recurrimos a la simplificación del modelo real. Existe un instante infinitesimal de equilibrio donde plantear las ecuaciones de equilibrio y obtener valores, dejando a un lado la complicación del cálculo que depende del tiempo y la velocidad del sistema.

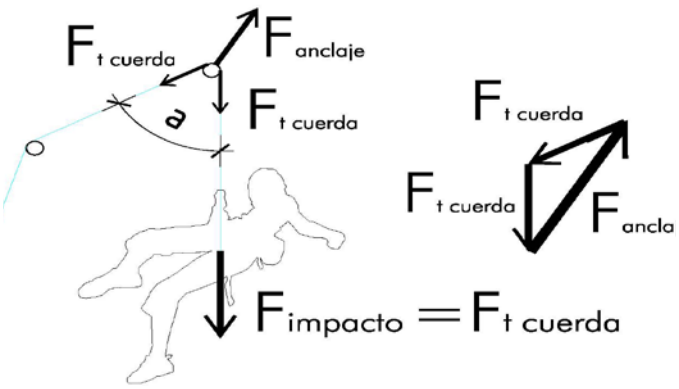
De la misma manera, una sola fuerza que actúa sobre una partícula puede reemplazarse por dos o más fuerzas que produzcan juntas el mismo efecto sobre la partícula. A estas fuerzas se les llama componentes de la fuerza original F, y al proceso de sustituirlas en lugar de F se le llama descomposición de la fuerza F en sus componentes. Es decir, teniendo una fuerza F, podemos descomponerla según dos direcciones dadas que conozcamos, que se corten entre sí.

Esta operación será la que utilicemos para descomponer una fuerza de impacto sobre un escalador cuando se transmita a través de la cuerda en forma de tensión T1 (es un vector deslizante), y finalmente llegue al mosquetón.

En el punto de contacto, la fuerza de impacto se descompondrá en dos direcciones:

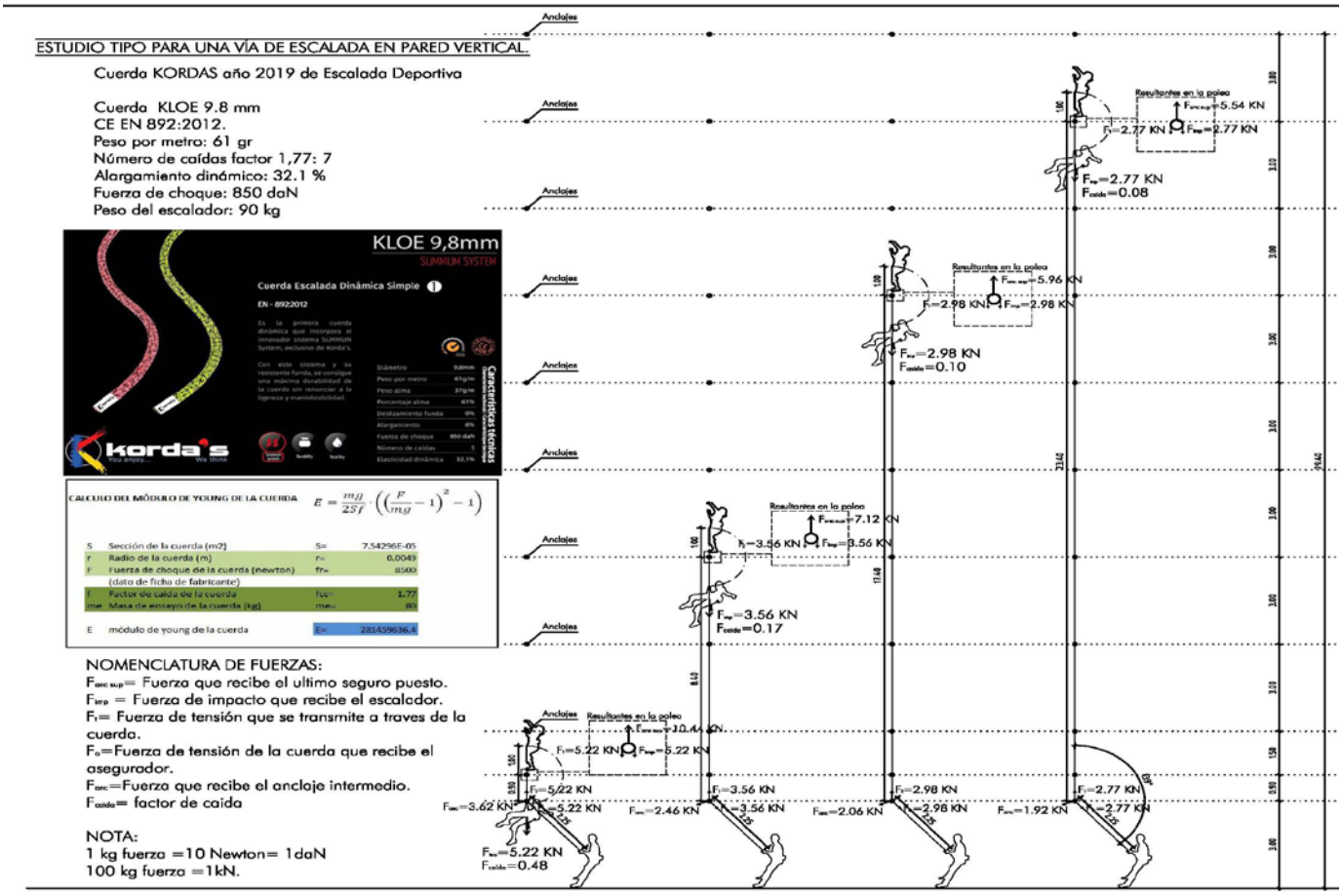
- Una es la línea de la cuerda una vez pasada el mosquetón: Ftcuerda. Es una tensión (vector deslizante) de la cuerda una vez pasado el mosquetón.

- Otra dirección es la línea que pasa por el eje de la cinta exprés: Fanclaje. Es la tensión de la cinta (vector deslizante).



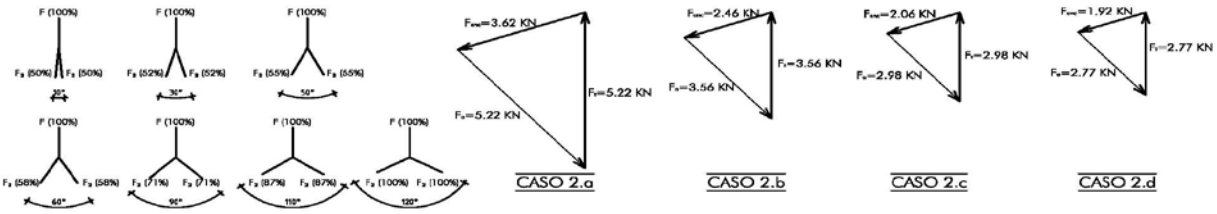
NOTA: Hemos considerado que la fuerza de rozamiento es despreciable.

1.8 Ejemplo del reparto de cargas



>>

>>



CASO 2.a

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)		2
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)		4.15
fc	Factor de caída.	Fc=	0.48
m	Masa del especialista (kg)		90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)		9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F=	5.220.93 Newtons

CASO 2.b

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)		2
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)		11.65
fc	Factor de caída.	Fc=	0.17
m	Masa del especialista (kg)		90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)		9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F=	3.566.62 Newtons

CASO 2.c

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)		2
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)		20.65
fc	Factor de caída.	Fc=	0.10
m	Masa del especialista (kg)		90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)		9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F=	2.980.83 Newtons

CASO 2.d

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)		2
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)		26.65
fc	Factor de caída.	Fc=	0.08
m	Masa del especialista (kg)		90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)		9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F=	2.776.32 Newtons

ESTUDIO TIPO PARA VÍAS FERRATAS.

Cuerda KORDAS año 2019 de Escalada Deportiva

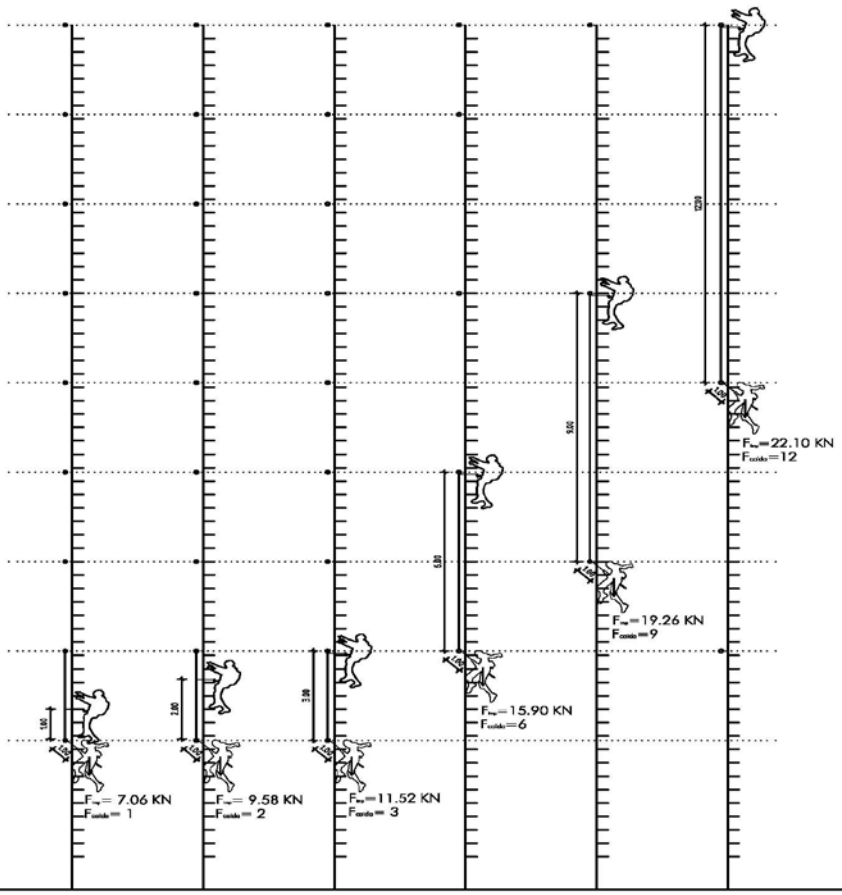
Cuerda KLOE 9.8 mm
CE EN 892:2012.
Peso por metro: 61 gr
Número de caídas factor 1,77: 7
Alargamiento dinámico: 32.1 %
Fuerza de choque: 850 daN
Peso del escalador: 90 kg

CÁLCULO DEL MÓDULO DE YOUNG DE LA CUERDA $E = \frac{mj}{2Sf} \cdot \left(\left(\frac{P}{mg} - 1\right)^2 - 1\right)$

S	Sección de la cuerda (m2)	S=	7.54296E-05
r	Radio de la cuerda (m)	r=	0.0049
f	Fuerza de choque de la cuerda (newton) (dato de ficha de fabricante)	fc=	8500
f	Factor de caída de la cuerda	fc=	1.77
me	Masa de ensayo de la cuerda (kg)	me=	80
E	módulo de young de la cuerda	E=	2814596364

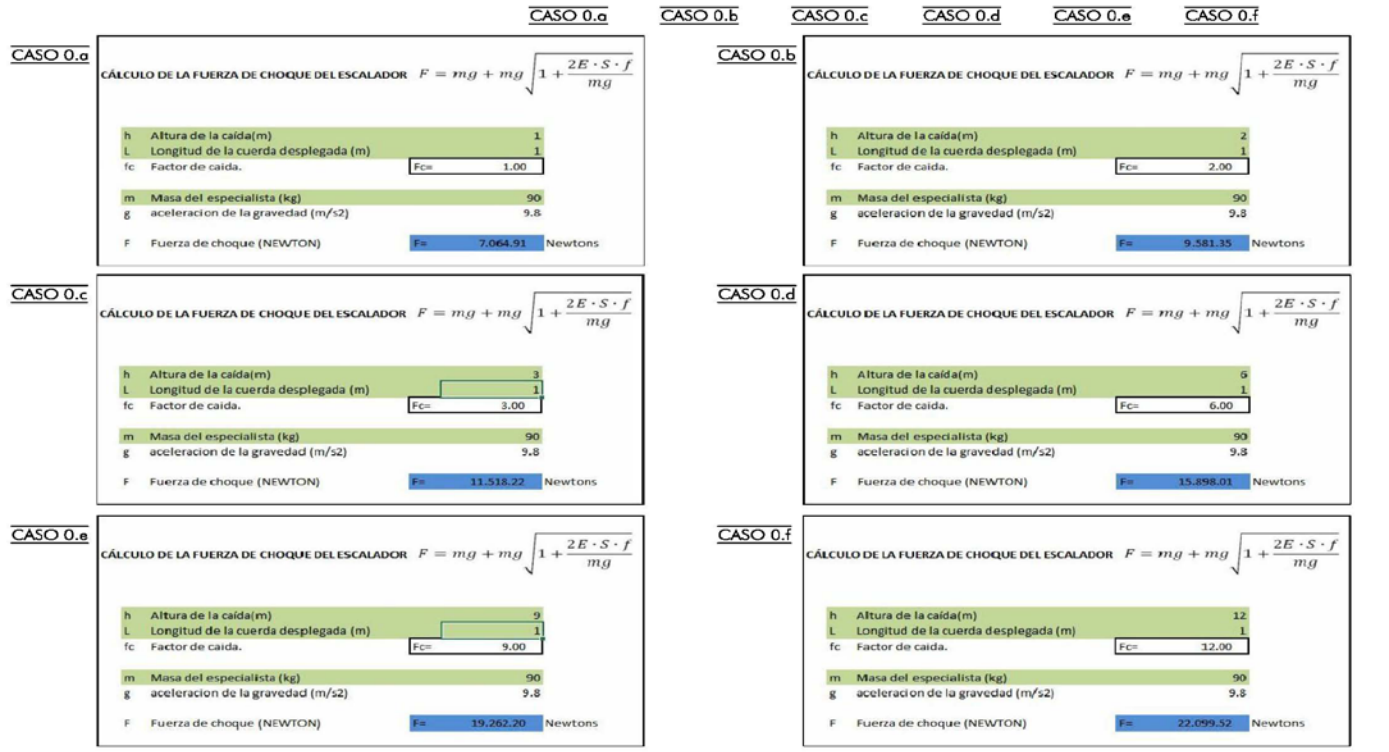
NOMENCLATURA DE FUERZAS:
$F_{anc\ sup}$= Fuerza que recibe el ultimo seguro puesto.
F_{imp} = Fuerza de impacto que recibe el escalador.
F_r= Fuerza de tensión que se transmite a traves de la cuerda.
F_a=Fuerza de tensión de la cuerda que recibe el asegurador.
F_{anc}=Fuerza que recibe el anclaje intermedio.

NOTA:
1 kg fuerza =10 Newton= 1daN
100 kg fuerza =1kN.



>>

>>



CASO 0.a

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)	1
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)	1
fc	Factor de caida.	Fc= 1.00
m	Masa del especialista (kg)	90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)	9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F= 7.064.91 Newtons

CASO 0.b

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)	2
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)	1
fc	Factor de caida.	Fc= 2.00
m	Masa del especialista (kg)	90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)	9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F= 9.581.35 Newtons

CASO 0.c

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)	3
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)	1
fc	Factor de caida.	Fc= 3.00
m	Masa del especialista (kg)	90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)	9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F= 11.518.22 Newtons

CASO 0.d

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)	6
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)	1
fc	Factor de caida.	Fc= 6.00
m	Masa del especialista (kg)	90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)	9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F= 15.898.01 Newtons

CASO 0.e

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)	9
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)	1
fc	Factor de caida.	Fc= 9.00
m	Masa del especialista (kg)	90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)	9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F= 19.262.20 Newtons

CASO 0.f

CÁLCULO DE LA FUERZA DE CHOQUE DEL ESCALADOR $F = mg + mg\sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$

h	Altura de la caída(m)	12
L	Longitud de la cuerda desplegada (m)	1
fc	Factor de caida.	Fc= 12.00
m	Masa del especialista (kg)	90
g	aceleracion de la gravedad (m/s2)	9.8
F	Fuerza de choque (NEWTON)	F= 22.099.52 Newtons

1.9 Conclusiones generales

El estudio de la fuerza de choque en las caídas de escalada es complejo e influenciado por distintos factores. Se pretende dar unas pautas básicas para comprender la física de una caída, y unas recomendaciones básicas:

- Los datos de cálculo están directamente condicionados por el módulo de Young de la cuerda usada, la altura de la caída, la longitud de la cuerda desplegada, y la masa del escalador/a. Para cada variación de estos datos de partida, los datos obtenidos también variarán.

- La fuerza de choque que recibe el anclaje en el caso de caídas al inicio de la vía está por debajo de los valores de diseño para plaquetas y pernos que establece la Norma UNE EN 959.

- Las vías ferratas tienen factores de caída muy altos dados los factores de caída. Si el usuario/a se ancla con una vaga de anclaje corta, que no posea un sistema de disipación de energía, frente a una caída puede perder la vida o sufrir daños irreversibles.

- Las caídas de mayor impacto ocurren en los primeros anclajes de la línea de vida del escalador/a, ya que las fuerzas de choque son mayores debido a que el factor de caída es mayor al haber poca cuerda que absorba la energía. Los anclajes más solicitados son los primeros de la vía de escalada.

- En una caída que el escalador/a sufra en una parte superior de la vía (más de la mitad), teniendo una gran cantidad de seguros inferiores, observamos que los resultados de cálculo a medida que bajamos en la posición del anclaje van disminuyendo. Excepto en el primer anclaje, cuyo valor depende del ángulo de la cuerda al pasar por la cinta exprés.

- La colocación y distancias de los primeros anclajes es fundamental para eliminar una caída al suelo, antes de colocar el mosquetón en el siguiente seguro, y disminuir los factores de caída.

- Los rozamientos, la elasticidad de materiales, los efectos de segundo orden y el dinamismo con el que puede actuar el asegurador disminuyen significativamente estos valores teóricos. Con lo que, en la realidad, los valores son menores, aumentando la seguridad.

- Se comprueba que los anclajes que cumplen Norma UNE EN 959 y UNE EN 795 se comportan sobradamente. Los problemas pueden venir derivados de su colocación, o de la naturaleza o estado de la roca.

- Un anclaje mal situado, mal colocado, sobre una zona deteriorada, no homogénea, no compacta… puede salirse. Si el anclaje que rompa está alto, y posee más debajo, la línea de vida actuará e impedirá la caída del escalador/a. Si son primeros anclajes de una vía o de tramos intermedios de vías de varios largos, es un factor potencial de peligro.

- En casos de vías de varios largos, para evitar un FCH alto, el escalador/a ha de procurar asegurarse nada más salir de la reunión. A medida que haya más cuerda activa se reduce el impacto final sobre el escalador/a. Principio básico a seguir en la disciplina de escalada clásica con auto-seguros.

- Cuando nos anclamos mediante un elemento estático como una cinta o cordino, este elemento no debe soportar nunca una caída, aunque sea de sólo unos metros.

- Una caída directamente sobre la reunión es muy peligrosa, aunque sea muy pequeña, ya que siempre es de factor 2. Por este motivo interesa colocar el primer seguro cuanto antes.

- Utilizando dispositivos de freno dinámicos (reverso, ocho, nudo dinámico…) aseguraremos que mediante la fricción que se produce, se transforme parte de la energía de la caída en calor, reduciendo el choque que soporta la cuerda y el resto de los elementos de la cadena de seguridad. Se pueden ir separándose entre ellos más.

- El exceso de anclajes también aumenta el rozamiento entre la cuerda y estos, o entre la cuerda y la pared. Si aumenta el rozamiento, la cantidad de la cuerda activa es menor y aumenta el factor de caída, por no poder entrar en juego toda la cuerda para absorber la fuerza de choque, tal y como describe la fórmula.

- Evitar rutas con excesivos zig-zag, ya que el rozamiento de la cuerda en ellos provoca que el factor de caída aumente, pese a tener muchos metros de cuerda activa. Cuantos más metros de cuerda activa haya disponibles en la caída, mayor absorción de la energía; pero sólo si la cuerda trabaja de manera adecuada, es decir, sin roces excesivos, se producirá la absorción de energía deseada, reduciendo el impacto sobre el escalador/a. Principio básico a seguir en la disciplina de escalada clásica con auto-seguros.

2. FÍSICA DEL ANCLAJE

2.1 Introducción. Tipos de anclajes

La resistencia de materiales es la rama de la mecánica de los medios continuos que estudia el comportamiento mecánico de las estructuras. Los anclajes son estructuras en sí mismas y funcionan como conexiones entre distintos materiales o elementos. Como estructuras, transmiten las cargas en función de su forma geométrica. Son sistemas que transmiten esfuerzos de un elemento nuevo a otro elemento soporte existente, en nuestro caso la roca. Y tanto ellos, como la roca, nunca deben de llegar al colapso.

Existen dos grandes grupos según su forma de instalación:

1. Los anclajes embebidos que se colocan antes de verter un material soporte (hormigón). Este tipo no se usa en la escalada, ya que el material soporte es natural y existe desde siempre.

2. Los colocados a posteriori que están diseñados para colocarlos sobre soportes existentes. Dentro de este grupo están:

2.1. Los anclajes químicos que trabajan por adherencia. Se introduce una varilla unida mediante una pasta intermedia (resina) que es el elemento de unión y que adhiere a la varilla al soporte. Entran en carga una vez curada la resina.

2.2 Anclajes mecánicos que trabajan por fricción o rozamiento, socavado o forma y atornillado. Entran en carga de forma inmediata.

2.2 Tipos de cargas, estáticas, dinámicas e impacto

Por lo general, como la forma de transmisión de las cargas se realiza a través de un conector (mosquetón), que es un sistema que sólo apoya, sin estar empotrado, las cargas que actúan sobre los anclajes son fuerzas puntuales que pueden actuar en cualquier dirección del espacio. No existen momentos ni cargas continuas.

Es usual clasificar los tipos de cargas que actúan sobre los anclajes. Las cargas pueden ser estáticas o dinámicas y permanentes o variables.

Cargas estáticas: son aquellas que actúan de forma permanente, sin variar su estado de reposo o variando lentamente en el transcurso del tiempo. Son cargas estables y constantes, como por ejemplo el peso de un escalador anclado directamente a una reunión sin moverse. Éstas son las que ejercen menos tensión, y al no poseer ciclos de carga y descarga, provocan menos fatiga sobre los anclajes.

Otro tipo de carga que sufre el anclaje mecánico es debido al par de apriete que necesita la expansión (efecto de tracción continua), y que se ve alterada por los cambios de temperatura por la dilatación del metal, pudiendo llegar a aflojar ligeramente la tuerca y por ello quedar la chapa aflojada. En los anclajes químicos no se da.

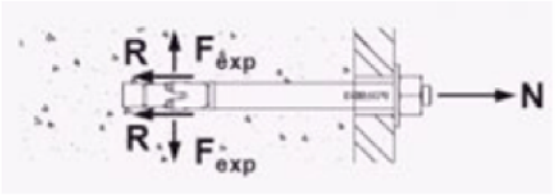
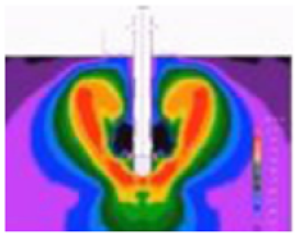
Cargas dinámicas: son aquellas que varían rápidamente en el tiempo y en todos los casos actúan en estado de movimiento. Dentro de ellas, está la que más aplicamos a los anclajes en escalada, que es la carga dinámica de impacto. Aquella cuya dirección de movimiento coincide con la acción de la misma. Su

tiempo de acción es muy breve, casi instantáneo. Un ejemplo es una caída de escalada sobre un anclaje en un techo. Este ejemplo también se da en una caída en placa, y quizá el impacto es más severo, ya que en techo, el mosquetón realizará un desplazamiento por todo el recorrido de la curva de la chapa o cáncamo antes de establecer su carga de impacto.

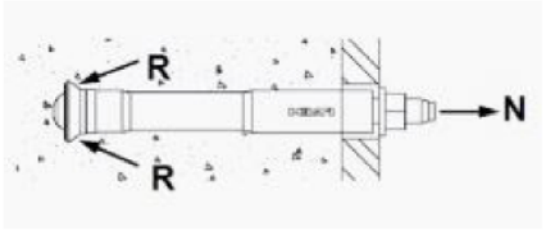
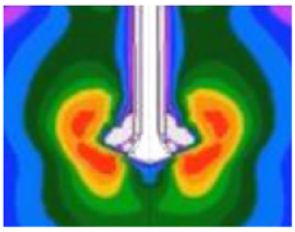
En ocasiones, dada la complejidad de estimación de una acción dinámica, se procede de forma simplificada a calcular aplicando una Acción Estática Equivalente, que nace de incrementar la carga en movimiento con un coeficiente de impacto, cuyo valor se suele tomar de 1,5.

2.3 Formas de trabajo y transmisión de esfuerzos, transmisión al soporte

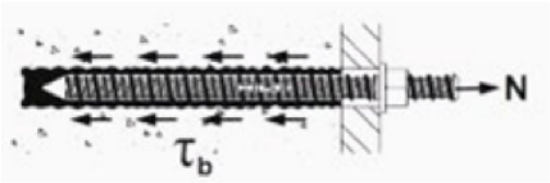
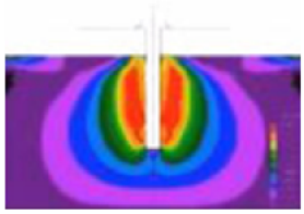
La resistencia de un anclaje resiste según su geometría y forma. Hay tipos según su forma de instalar y trabajar:

<table>
<tr>
<td><u>Fricción/rozamiento</u>:
Menor superficie de transmisión de cargas, mayor presión sobre el material base.
Muy usados en escalada</td>
<td> 
</td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Insertados en la roca dentro un taladro. Mediante la aplicación de un par de apriete, hace que los segmentos de expansión creen una fuerza normal sobre el soporte (Fexp), que evita a través de la fricción (R) que el anclaje se extraiga, frente a una fuerza de tracción (N). Trabajan sólo en punta. Al tener las tensiones concentradas en una pequeña zona del soporte, generan un estado tensional grande que se distribuye en forma de bulbo, involucrando a un gran volumen del material base. Este hecho condiciona la colocación de estos anclajes entre sí, la separación a bordes, y que en rocas débiles se tenga que profundizar mucho para disminuir el estado tensional en la roca débil.
A mayor profundidad, mayor volumen de roca afectada, menores tensiones por volumen de superficie y el anclaje puede soportar mayores solicitaciones.</td>
</tr>
</table>

Imágenes cedidas por Hilti Española, S.A. que pertenecen a pruebas realizadas con anclajes propios de la marca

Socavado/forma: Situación intermedia en la relación de la presión y superficie de contacto. No se usan en escalada.		
Insertados en la roca dentro un taladro mediante la aplicación de un par de apriete, genera que unos dientes de auto-excavado creen una fuerza sobre el soporte (R), que evita que el anclaje se extraiga, frente a una fuerza de tracción (N). Trabajan por forma en punta, pero al tener las tensiones concentradas en una zona mayor del soporte, generan un estado tensional menor que en su forma de bulbo afecta a menor volumen del material base.		

Imágenes cedidas por Hilti Española, S.A. que pertenecen a pruebas realizadas con anclajes propios de la marca

Adherencia: Mayor superficie de transmisión de cargas, menor presión sobre el material base.		
Insertados en la roca dentro un taladro, aplicación de una pasta resinosa que adhiere el fuste al soporte. Cuando se aplica una fuerza de tracción (N), la adherencia evita que el anclaje se extraiga, mediante el reparto de tensiones en la superficie de contacto (Tb). Trabajan por superficie, y la transmisión de cargas se realiza a lo largo del fuste, por lo que la transmisión de cargas es en una superficie mayor y continua, el material soporte queda menos tensionado. Este hecho condiciona a una mayor cercanía en la colocación de estos anclajes entre sí.		

Imágenes cedidas por Hilti Española, S.A. que pertenecen a pruebas realizadas con anclajes propios de la marca

Nota: hay anclajes que en su forma de trabajar son mixtos. Funcionan por adherencia y forma. Un ejemplo es el tornillo rosca-piedra.

2.4 Resistencia, agotamiento y ruptura

La resistencia de un anclaje, además de resistir por su geometría y forma, también lo hace dependiendo del material con el que se fabrica. Las propiedades más importantes de un material para un anclaje son su resistencia y sus características de deformación.

La resistencia es una medida de su capacidad para desarrollar tensiones internas sin fracturarse, tanto a tracción como a compresión. Por ello, el acero es el mejor material frente a estas tensiones, mientras que la piedra es débil a la tracción y muy rígida a compresión. El acero empleado debe ser lo suficientemente rígido como para que aguante toda la vida útil, sin sufrir deformaciones excesivas. Y además debe ser elástico, que es la propiedad que tiene un material para no acumular deformación frente a las cargas.

Mientras, el comportamiento de la roca depende de su naturaleza y grado de meteorización.

Los materiales se comportan de forma distinta frente a cargas que actúan sobre ellos. Algunos experimentan grandes deformaciones antes de romper (ductilidad), mientras otros son frágiles y no se deforman hasta que rompen “sin avisar”. Los metales usados en escalada son dúctiles y la roca es frágil.

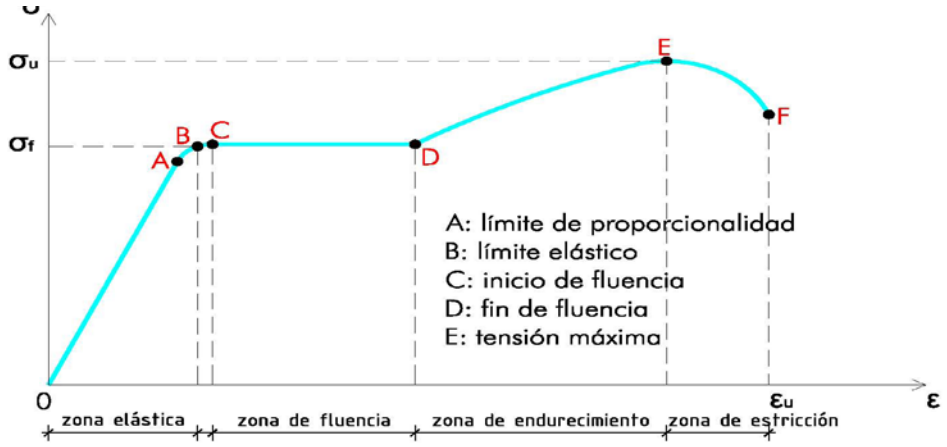
Los anclajes que solemos usar en los equipamientos de vías de escalada son aleaciones de aceros en diferentes proporciones de sus componentes para conseguir características diferentes. No sólo mecánicas, sino de durabilidad o resistencia a la intemperie. Un ejemplo, es la irrupción en el mercado del titanio como metal preferente en el entorno marino.

Ensayo de tracción:

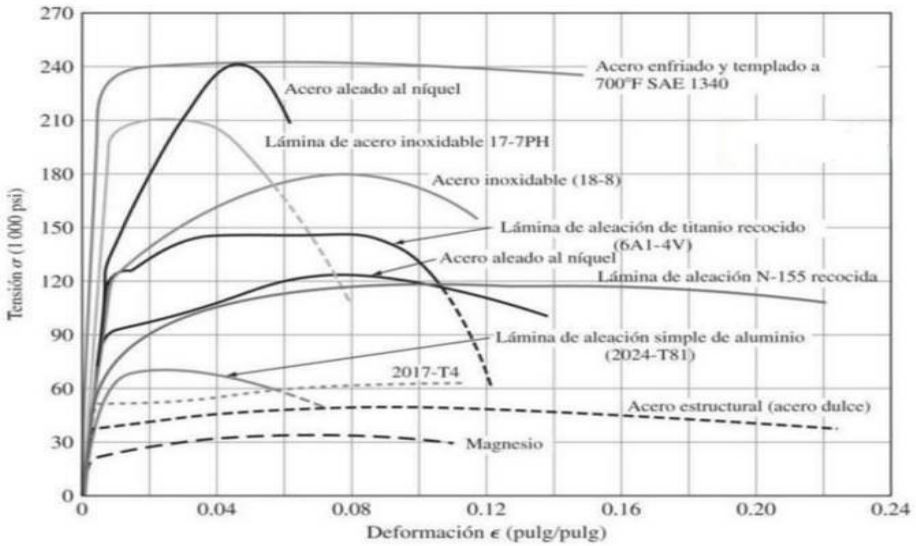
Estas características de los materiales se obtienen del ensayo de tracción, del cual se construye la gráfica tensión-deformación del material ensayado. A diferentes materiales, distintos tipos de gráficas.

Desde el punto 0 al B, es el dominio elástico. El punto B es el límite elástico, el punto a partir del cual el acero

se deforma sin volver a su estado inicial. Su valor depende del tipo de acero. A partir de aquí se entra en el dominio plástico, que culmina en el punto F, que es la resistencia a tracción del material. Esta gráfica nos pone de manifiesto la gran deformación que sufren los metales antes de romperse.



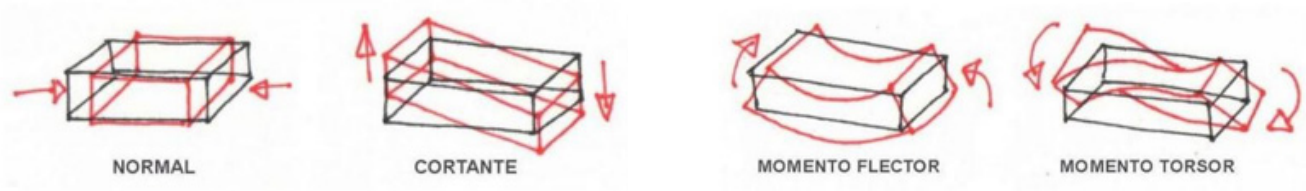
Para la elección de nuestros anclajes, siempre debemos estar dentro de la zona elástica, y evitar todo lo posible la zona plástica, ya que en esta zona, el material ha sufrido un alargamiento, y parte de su estructura interna se encuentra en el dominio plástico, estando más cerca del valor de ruptura.



2.5 Solicitaciones, tipos de esfuerzos internos

Las solicitaciones son la resultante de las reacciones internas como consecuencia de las fuerzas externas en el anclaje estructural. La clasificación se establece en relación a la orientación y posición de cada componente de la resultante respecto de la sección de la pieza estructural:

- La componente paralela al eje del anclaje es el normal.
- Las componentes perpendiculares al anclaje son los cortantes. Uno por cada eje el espacio.
- Las componentes descentradas respecto del eje del anclaje provocan momentos flectores y torsores.
- Los momentos flectores provienen del desplazamiento de la normal respecto del eje del anclaje.
- Los momentos torsores provienen del desplazamiento de los cortantes respecto del eje del anclaje.



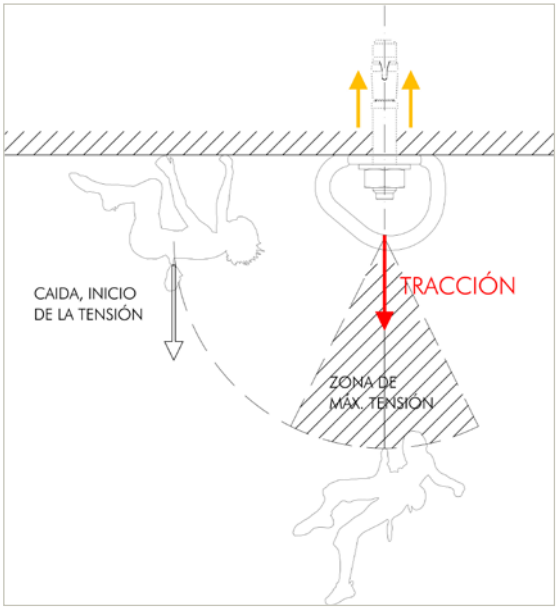
Los esfuerzos son las fuerzas y momentos, equivalentes a la distribución de tensiones que debe desarrollar el material en cada punto de una sección del material para transmitir las cargas exteriores que actúan sobre él.

De los todos los tipos de solicitaciones simples y compuestas (tracción simple, compresión simple, flexión pura, flexión simple, torsión pura, flexión compuesta, compresión compuesta y tracción compuesta), en los anclajes de escalada, los más importantes son:

Solicitación a tracción (fuerza externa coincidente con el eje del anclaje).

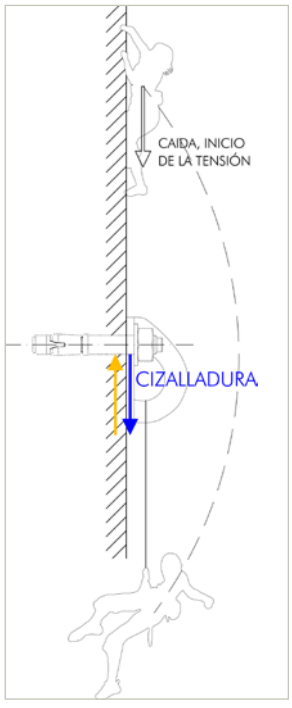
Es una situación que se da sólo en techos perfectamente horizontales, que es la única opción en la que una caída hace que la fuerza actúe sobre el eje longitudinal del anclaje. En este caso, se tracciona al anclaje

intentándolo sacar de su ubicación. La resistencia viene dada por el tipo de roca, la fricción que genera el segmento de expansión sobre la roca, en caso de anclaje mecánico, o la adherencia de la resina a la roca en caso de anclaje químico.



> Nota: A los anclajes mecánicos, al ser instalados mediante un par de apriete, se les exige que en su posición final, estén sometidos a una carga de tracción constante. Frente a la fuerza de compresión que genera la tuerca contra la pared. El punto débil se encuentra en el cambio de sección donde se aloja el segmento de expansión, ya que es donde se concentran las mismas tensiones en menor superficie.

Solicitación a cizalladura o cortante (fuerza externa dentro del plano de simetría del perno y perpendicular a su eje).



Situación que se da en paredes perfectamente verticales, donde la fuerza de la caída es perpendicular al soporte. La resistencia a esta solicitación depende del tipo de material, de su geometría y de la superficie de contacto entre la varilla empotrada y el conector.

En esta situación, la geometría de la varilla es fundamental, ya que el diseño de su forma y la superficie que tenga son las que determinan la resistencia al cortante, frente a la profundidad de la varilla en el material soporte.

Solicitación de combinación de tracción y cortante (fuerza externa dentro del plano de simetría del perno y oblicuo a su eje).

Es la situación que prácticamente ocurre en la realidad. Combina las fuerzas de tracción/compresión y cizalladura. Se da en caídas sobre planos no verticales. Al ser una combinación de los dos anteriores, se pone de manifiesto que la resistencia dependerá de la profundidad, la geometría de la sección, el tipo de material y por supuesto la roca.

Solicitación a torsión.

Aunque no muy habitual y determinante, sus efectos son apreciables. Se da por ejemplo en situaciones en las que la fuerza de la caída no actúa en línea con el eje del anclaje, provocando un momento que torsiona la varilla del anclaje. Se da en anclajes químicos poco encastrados, y su efecto es romper la adherencia entre la varilla y la resina. Si el anclaje es mecánico se produce cuando en la caída, el par de apriete es capaz de inmovilizar el giro de la plaqueta. Si hay giro de la plaqueta, entonces no hay efecto de torsión sobre la varilla. Esta solicitación no conlleva en las escalas que nos movemos a pérdidas de resistencias y roturas.

MÓDULO 4.2

TIPOS DE ANCLAJES

Por: **David Mora García**

INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito de los deportes de montaña y especialmente en los que requieren de instalación de algún elemento fijo, como la escalada, el descenso de barrancos, vías ferrata e incluso las carreras por montaña o senderos, existe una serie de anclajes a disposición del especialista que se pueden usar para ello.

Con la amplia oferta de material que hay actualmente en el mercado, hay que saber cuál es el elemento más idóneo para nuestras necesidades. De ahí la importancia de conocer lo que hay a nuestra disposición y sus características.

Viendo el material, se puede ver también la evolución que ha habido en el mismo, valorando también las mejoras en seguridad, eficacia y efectividad. Cada época ha tenido su anclaje, desde los clavos, pasando por el spit y llegando al anclaje químico, pero todos ellos siempre usados para buscar la seguridad del escalador.

Además de ser conscientes de todo el material existente, también es muy importante conocer y ejecutar su correcta instalación, algo que depende de que ese material tenga todas sus cualidades al máximo.

En la actualidad, predominan estos tipos de anclajes:

- Anclajes de expansión mecánica.
- Anclajes por forma.
- Anclajes por fijación química.

1. ANCLAJES POR EXPANSIÓN MECÁNICA

1.1 Anclaje de expansión por cuña exterior o interior

Es de todos conocido el tradicional Spit (imagen 1). El nombre le viene por la casa que lo diseñó y lo puso en mercado: Spit.

Imagen 1.

Son anclajes que usan una cuña cónica para expandir una sección del anclaje. El Spit (foto 2) es un taco autoperforante que dispone de una corona dentada que hace los efectos de broca, enroscándose en un

mandril o spitador, e introduciéndose a martillazos y dando pequeños giros. Este elemento es de cuña exterior. Una vez hecho el agujero y limpio, se coloca la cuña en la parte de la corona dentada y se martillea hasta que el cilindro metálico queda a ras con la pared. No se deben hacer los taladros con broca ya que parte de la cuña de expansión quedaría dentro del ángulo del taladro y reduciría la expansión.

Hoy en día, Spit ha dejado de fabricar este anclaje, pero otros fabricantes han visto la puerta abierta para producirlos. Es el caso de las casas Kong o Raumer.

Foto 2.

Los tacos de expansión por cuña interior (foto 3) son tacos industriales donde la cuña se encuentra dentro del propio cilindro, que se expande mediante un punzón que se introduce por la parte de rosca y se martillea hasta la expansión. Se introducen con taladro y los agujeros han de ser de la longitud exacta para que no sobresalga. Tenemos como ejemplos el Hilti HKV, HKD, Spit modelos Grip, DESA el Embrafix EDS o los modelos Fischer EA e Index HE.

Foto 3.

El tornillo (imagen 4), utilizado para fijar la chapa, debe tener una calidad mínima de 8.8 y de alta resistencia. ¿Qué significan estos números?

Imagen 4

Esos números son **marcas que regulan las propiedades mecánicas** de tornillos, pernos y bulones en acero al carbono y acero aleado, según la norma UNE-EN ISO 898-1, y su marcaje es obligatorio por parte de los fabricantes cuando su diámetro nominal es igual o superior a 5 milímetros. Estas marcas tienen suma importancia para **acreditar los valores de carga donde se aplica la unión**.

La información sobre la calidad del material viene reflejada en **dos números separados por un punto**: 4.6, 5.6, 6.8, 8.8, 10.9, y 12.9. En cada una de las calidades, el primer número nos indica la centésima parte de la resistencia máxima del tornillo a la rotura por tracción expresada en N/mm2.
Siguiendo la explicación anterior, tomando como ejemplo un tornillo 8.8 de acero al carbono, que es la calidad de tornillo más comercializada, podemos averiguar:

Significado del primer número: resistencia.

El primer número **nos revela cuántos Newton/mm2 resiste como máximo el tornillo sin romperse**. Para ello, se multiplica el primer número (8) por 100 dando como resultado 800 N/mm2.

Suponiendo que tenemos un **tornillo de métrica 8** (que es el diámetro nominal en milímetros de la rosca exterior del tornillo), hay que calcular su sección aplicando la fórmula del área del círculo (πr2), en este caso 3,14 x 42 = 50.24 mm2 de sección.

Los 800 N/mm2 se multiplican por la sección (50,24) y nos da un resultado de 40.192 N/mm2.

Teniendo en cuenta que 1 kilogramo de fuerza es igual a 9,8 N, e**l peso que soportaría el tornillo de calidad 8.8, métrica 8, sería 4.101 kilos**.

Significado del segundo número: límite de rotura por tracción.

El segundo número, que se halla tras el punto decimal expresado en décimas, quiere decir qué porcentaje del límite de rotura por tracción posee el límite elástico. En otras palabras, **la carga que puede soportar el tornillo antes de deformarse** irreversiblemente. Para conocerlo, es preciso multiplicar dicho número por la resistencia a la rotura.

Siguiendo el ejemplo anterior: 800 N/mm2 x 0.8 (segundo número) = 640 N/mm2 de fluencia. Con una métrica de 8, la sección es, como vimos antes, 50,24, que multiplicada por 640 N/mm2 nos da 32.153 N/mm2. Por lo tanto, **dicho tornillo soportaría 3.280 kilogramos fuerz**a.

La calidad de las tuercas se representa solamente con el número que indica la **resistencia de tracción**. Debe coincidir con el del tornillo o ser algo menor.

Importante: Estos anclajes no tienen una gran resistencia por lo que no deben usarse en zonas de escalada deportiva o zonas escuela.

Por otro lado, Petzl diseñó un taco de expansión interior llamado Long Life (imagen 5), que tiene una longitud mayor que el Spit o el taco industrial, pero con pocos adeptos. Raumer también tiene un sistema similar llamado Full Time o Wing Time. (Estos elementos ya no se encuentran en catálogo, aunque aun se pueden encontrar en tiendas).

Imagen 5

A) Anclaje por acuñamiento por anillo.

Imagen 6

Conocidos tradicionalmente como parabolts, ya que la primera casa en hacer este tipo de tacos de expansión fue la marca británica "Parabolt" (imagen 6).

Consiste en una varilla con rosca. Dependiendo de la marca, ésta es más o menos larga. Dispone de una sección posterior en forma de cuña con un anillo alrededor. Al apretar la tuerca, se desplaza la varilla hacia el exterior aumentando el diámetro de la cuña gracias al anillo, bloqueando todo el sistema.

Es el anclaje más popular en la actualidad, siendo los más utilizados los de diámetro métrica 10mm y 12mm. La longitud de la varilla también es importante, ya que ésta dependerá del tipo de roca. A roca más blanda, la longitud del espárrago y del cuerpo será mayor.

Hay muchos fabricantes que ofrecen este tipo de anclajes, pero hemos de recordar que son anclajes

industriales. Por citar algunos, tenemos Hilti, Fischer, DESA, Index, Parabolt, Spit, Upath, Raumer, Vertical Evolution… Las marcas de escalada escogen anclajes con homologación ATE, siendo las únicas válidas, las opciones 1 y 7, hormigón fisurado y no fisurado, y hormigón no fisurado, respectivamente. Los anclajes estructurales se rigen por las directrices de la EOTA -European Organisation for Technical Approvals-. Su correcta instalación, campo de aplicación y especificaciones de calidad vienen reflejadas en el documento que certifica sus características. Este documento se denomina DITE -Documento de Idoneidad Técnica Europeo-. Campo de aplicación reflejado en el DITE Indicado en la Guía ATE.

> **Importante**: La guía ATE autoriza el uso de estas fijaciones para aplicaciones de riesgo para las vidas humanas en el campo de la construcción.

El anclaje debe cumplir con la norma EN 959:2018, en la que se ha hecho una clasificación dependiendo del material y el entorno donde se vayan a instalar.

Los parabolts tienen las siguientes partes (imagen 7):

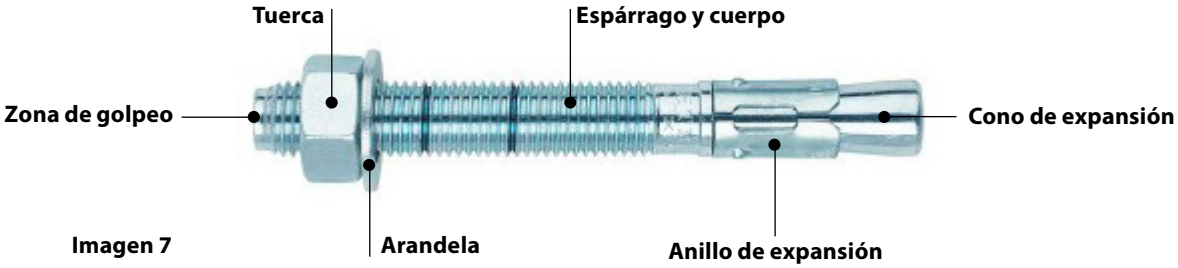


Imagen 7

No todos los anillos de expansión son iguales. Ha de permitir que no gire cuando se apriete y sobre todo que no se salga. El diseño de los anillos dependerá para qué tipo de soporte esté pensado.

- **Opción 1:** anillos de expansión diseñados para expandir en zonas de compresión y flexión. Más grandes, aceptan rocas con menos capacidad de resistencia a la compresión.

- **Opción 7:** anillos más pequeños, diseñados para zonas de compresión, sin fisuras, compactas, aplicables a rocas con capacidad de resistencia a la compresión superiores a 50 Mpa (Homologación ATE opciones 1 y 7).

Existen marcas como Fixe o Raumer que tienen parabolts de doble expansión (imagen 8). Esto no implica que puedan usarse en rocas blandas, pero mejoran el agarre del anclaje.

Las resistencias de los parabolts varían en relación al diámetro del mismo, pero pueden variar entre los 1500kp y los 4000kp.

Imagen 8

B) Anclajes de gran expansión.

Imagen 9

Todos los fabricantes de material industrial tienen algún anclaje para grandes cargas (imagen 9), como por ejemplo, Hilti HSL, Index SL-PT, Fischer FH II, DESA TOP, Spit TRIGA, Wurth y así un largo etcétera.

La Fixe tiene un elemento llamado TRIPLEX imagen 10) que funciona como un perno para grandes cargas, una cuña posterior que se desplaza a lo largo de un espárrago al ser apretado y que genera presión dentro de la camisa del anclaje. Este anclaje puede usarse en rocas semiblandas, funcionando mejor que los parabolts. Una de las características que lo hace interesante es su posibilidad de extraerlo y reutilizar el agujero. No es fácil, pero al final sale. Estos dispositivos tienen sus ventajas y sus inconvenientes.

Imagen 10

- **Ventajas:**

  Gran resistencia. En un M10 (taladro de 15) sobre 2500kp a 4000kp.

  Se pueden extraer con facilidad.

- **Desventajas:**

  Diámetro del taladro muy grande.

  No se suele reutilizar el taladro por su gran tamaño.

  Se suelen aflojar.

  Son muy caros.

C) Anclajes de adaptación por forma o rosca/piedra.

Este tipo de anclajes se están utilizando mucho para pre-trabajos de equipamiento, permitiendo colocar elementos de seguridad y pudiendo recuperarlos posteriormente. El pionero de este tipo de anclajes a nivel de montaña es la marca HECO Scharuben, con su modelo MMS (imagen 11), vulgarmente llamado Multi-Monti (aunque es marca registrada). Aunque actualmente existen muchas más marcas que hacen sus tornillos rosca/piedra.

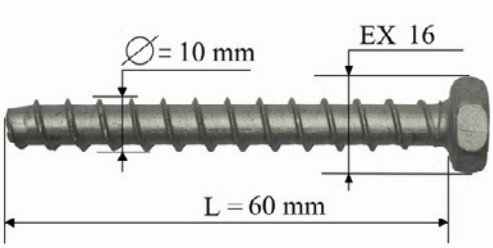


Imagen 11

- **Sus características más destacables son (NTP 893):**

  Sin presiones laterales.

  No provocan tensiones internas.

  Permite distancias reducidas entre anclajes.

  Permite distancias reducidas entre anclaje y bordes.

Son anclajes que suelen aflojarse, y el interior del agujero tiende a erosionarse con las posibles caídas o reutilizaciones. Su resistencia, según fabricantes, se quedaría en unos 6kp en métrica 10x60 (hormigón C20/25). La ENSA lo recomienda para rocas blandas (tipo caliza) pero en longitudes mayores, 10x90, teniendo gran resistencia a la extracción.

Es una herramienta muy buena para colocar los anclajes de la vía de manera provisional y luego ajustarlos, ya que se puede reutilizar el agujero perfectamente, de esta forma que si un anclaje no está en la posición idónea, sólo se deja un pequeño agujero.

El más usado es el de métrica 10, debiéndose hacer el agujero con broca de 8 para dejar roca donde hacer el paso de rosca. Provisto de unos dientes en los primeros pasos de rosca para morder la roca y dibujar el paso de rosca.

2. ANCLAJES POR FIJACIÓN QUÍMICA

2.1 Anclajes

Una de las características más importantes de los anclajes químicos es que no ejercen compresión en el interior de agujero y no están sometidos a un par de apriete, por lo que el deterioro de la roca es menor.

El anclaje queda protegido por la resina, de ahí su longevidad, siempre y cuando sea un acero de gran calidad. Gran resistencia mecánica, por el tipo de sistema que utiliza, la adherencia. El mejor anclaje para todo tipo de rocas y el único válido para rocas de dudosa resistencia a la compresión (ver en tipos de rocas). El anclaje tiene gran resistencia a la corrosión por no generar tensiones.

Son anclajes que se colocan en pared haciendo un agujero de diámetro superior al anclaje y fijándolos con una resina sintética. Como cualquier anclaje, tiene sus pros y sus contras, pero aunque los contras son importantes, su pro principal es la longevidad del anclaje:

- **Ventajas:**

  No generan presión sobre la roca.

  Gran resistencia.

  Gran longevidad.

  El mejor anclaje para rocas blancas.

- **Desventajas:**

  Al trabajar con productos químicos, éstos pueden fallar en su fraguado.

  Hay que preparar muy bien la instalación ya que no permite fallos.

  Trabajo lento y sucio.

  Más caro que los parabolts.

  Requiere de mucho más material para su instalación.

  Instalación minuciosa.

  Los itinerarios no se pueden escalar el mismo día.

Aunque se habla siempre de que este sistema es el más seguro, hay que tener en cuenta que el mínimo error puede producir un accidente serio. La mala limpieza del agujero, que la resina no fragüe adecuadamente (aunque el exterior si lo parezca), que no se limpie bien el anclaje de restos de grasa, y un largo etcétera, hacen que la persona que instale estos anclajes deba estar bien formada y tener gran experiencia.

Tipos de anclajes

Existe una variedad enorme de anclajes, desde la varilla roscada que permite fijar chapas, a la típica piruleta o tensor, o a las "U". Cada fabricante les da un toque diferenciador, pero en general no suelen variar mucho de forma (imágenes 12-16).

Imagen 12

Imagen 13 a 16

Podemos encontrar en el mercado marcas como Petzl, Raumer, Vertical Evolution, Fixe, Titan Climbing, Austri Alpin, etc…

Cada una tiene su forma de instalarse, que luego se verá, pero, en general, todos con los mismos principios. Suelen ser anclajes con diámetros de entre 10 y 12 mm, donde habrá que hacer un taladro de 12 o 14 mm. Pero hay otros tipo Austri Alpin o Titan Climbing en los que se hacen con varilla de 8mm y hay que hacer un taladro de 14 (imagen 17). Dependiendo de la dureza de la roca, tendremos a nuestra disposición diferentes longitudes de vástago.

Imagen 17

Las resistencias de los anclajes químicos sueles estar entre los 2500kp y los 5000kp, pero es importante recordar que la resina ha de ser la adecuada y haber fraguado correctamente.

Los anclajes químicos han de cumplir con la norma EN 959:2018.

2.2 Resinas

Elemento químico que sirve para fijar la varilla metálica del anclaje con la roca, dejando un conjunto sólido y duradero. Suelen ser de dos componentes: la resina base y el endurecedor o catalizador. Sus porcentajes deben ser muy exactos, ya que de lo contrario nos arriesgamos a que el conjunto no fragüe o quede

debilitado. Se puede hacer la mezcla a mano (como en la Sika 31) o por medio de pistola y un mezclador.

Existen en el mercado diferentes tipos de resinas: las epoxi, las epoxi-acrílicas o de vinilister y las de poliéster. Estas últimas están completamente desaconsejadas para su uso en escalada, por lo que nos centraremos en las otras dos.

Actualmente, muchas de las resinas de alta gama pasan los estándares antisísmicos, lo que puede ser una referencia a la hora de aproximarse a una posible caída en escalada.

A) Resinas Epoxi.

Son las más resistentes y duraderas. Algunos fabricantes indican que pueden durar hasta 50 años. Hay muchas marcas que las comercializan, pero algunas de ellas se han convertido en iconos como el Sikadur 31. Otras muchas se están moviendo como alternativas más fáciles de utilizar y más baratas. Podemos encontrar marcas como HILTA HIT-RE 500 V3, SIKA Anchorfix 3+ o Anchorfix 3001, Fischer FIS AB 300T, G&B EPOPLUS RE 385 y 585, INDEX MOPURE o MOPUR3, DESA CHEM PEX o CHEM ESF, SPIT EPCON C8 Extrem, Wurth WIT-PE 500 y otras muchas (imágenes 18-21).

Imágenes 18-21

Resinas donde su tiempo de fraguado ronda las 24 y 72 horas. Se ha de trabajar en un rango de temperaturas de entre 5 y 35 °C. En caso contrario, la resina no fragua o lo hace demasiado rápido, por lo que no se puede trabajar con ella. La gran mayoría están testadas bajo normativa antisísmica y con resistencia al fuego.

B) Resinas Epoxi-acrílicas y de Vinilister.

Son resinas híbridas, al contrario de las anteriores que son de epoxi puro, pero tienen un rango de resistencia muy similar, aunque con ciertas desventajas. Ejemplos de ellas son la SPIT EPOBAR (imagen 22) y la G&B SH-PRO Hybrid 410.

Imagen 22

Estas resinas fraguan mucho más rápido que las de epoxi puro, con lo que su tiempo de manejabilidad disminuye mucho, lo que las hace perfectas para zonas de montaña y frío. Son exotérmicas (aunque esto ya está cambiando en los nuevos productos) y si el ambiente es muy caluroso, pueden quemar y, a la hora de fraguar, agrietarse por el exceso de calor. Es muy importante leer las temperaturas óptimas de trabajo. Suelen tener una textura más arenosa y grisácea, mucho mejor camuflables, en comparación con las nuevas epoxi que sueles ser rojas o negras.

Imagen 23

Existen también en el mercado ampollas auto rompibles (imagen 23) con resinas epoxi o epoxi-acrílicas que son mucho más limpias de usar que las resinas en tubo, pero que presentan una serie de desventajas:

- **Desventajas:**

  Están diseñadas para mezclarse con una especia de broca.

  Son muy líquidas.

  No contienen la resina suficiente.

  En roca porosa puede perderse producto.

  Sólo se pueden usar en vías verticales.

Una de las ventajas de las resinas epoxi-acrílicas es que son más plásticas e impermeabilizan mejor el anclaje, siendo más adecuadas para zonas húmedas.

C) Resinas de poliéster:

Están completamente desaconsejadas para su uso en la escalada, ya que, en ciertas condiciones de humedad, climáticas o de características químicas de la roca, pueden descomponerse. Su resistencia comparándolas con las Epoxi y las Epoxi-acrílicas es muy inferior.

Tabla resumen tipo de anclaje con tipo de roca

ROCA	TIPO DE ANCLAJE
DURAS	Parabolt Ø 10 mm x 75 Long Life PETZL o Full Time Raumer. Parabolt Ø 10 mm, expansión simple o doble y químicos.
BLANDAS	Parabolt Ø 10 mm x 90 a 110 expansión simple o doble. Químicos longitud ≥ 100 mm Tensor en U 80 mm.
MUY BLANDAS	Químicos longitud ≥ 150 mm.

ATMÓSFERA	TIPO DE ANCLAJE
NORMALES	Todos los tipos en inox.
CORROSIVAS	Anclajes químicos de Titanio o 316L.

3. CHAPAS

Las chapas para escalada han de cumplir con la norma EN 959:2018 (imagen 24). Algunas de ellas también lo hacen con la norma UIAA 123. Dentro esta norma, no aparecen indicaciones de instalación, sino de resistencias y de medidas que debe tener o cumplir. En la actual (2018), las clasifica en relación al entorno donde vayan a ser puestas.

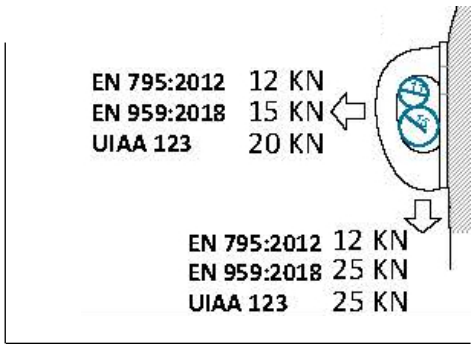


Imagen 24

En los anclajes químicos es evidente que todo el conjunto es único y debe cumplir con estas exigencias, pero en los anclajes mecánicos hemos de suponer que los utilizados deben tener las mismas resistencias de carga axial como de extracción que la norma indica para las chapas.

Actualmente, todas las chapas que hay en el mercado son de doblado a izquierda, pero antiguamente (y aun se pueden encontrar) había chapas de doblado a derecha -la chapa de Calma-. Para su instalación, hay que seguir las indicaciones del fabricante, ya que puede variar ligeramente en cada una de ellas. Tenemos marcas como Fixe, Petzl, Raumer, Austri Alpin, Vertical Evolution, Kop de Gas, etc… (imágenes 25-28).

Imágenes 25-28

Desde hace unos años, siendo pionera la casa Faders con el ARX, se están diseñando chapas con varilla que no tienen cantos y que permiten al usuario bajarse de una chapa sin dañar la cuerda (imágenes 29-31).

Imágenes 29-31

4. OTROS: MAILLONES RAPIDE, CLAVOS, EMPOTRADORES, FRIENDS Y NATURALE

Dentro del entorno del equipamiento, existen otros muchos materiales que ayudarán al trabajo final de equipamiento, pero son elementos, la mayoría de ellos, que no son fijos o permanentes y que su función es la de ayudar en las tareas previas de equipamiento.

Maillón Rapide.

El Maillón Rapide (imagen 32) debe cumplir con la norma EN 12275:2013 tipo Q, siendo un elemento polivalente a la hora de instalar anclajes. Servirá para instalar un rapel, prever el paso de la cuerda, que se podrá cambiar después de su uso, preferiblemente en un punto fijo definitivo e inamovible, o sustituir una anilla gastada de una instalación de descenso.

Imagen 32

El maillón puede situarse igualmente en la fijación de una cadena, sobre un anclaje químico o en el punto de intersección de dos cadenas.

Cuando el maillón se coloca exclusivamente para un rapel o una polea, es suficiente una resistencia entre 600 y 1.000 kg.

Si el maillón es colocado en una reunión intermedia, éste deberá tener, imperativamente, una resistencia mínima de 2.500 kg.

Ø 8 mm: resistencia máxima 3.500 kg (normal) 5.000 daN (inoxidable). A pesar de que el diámetro Ø 8 mm es suficiente desde el punto de vista de la resistencia, es interesante elegir un Ø superior con el fin de limitar el desgaste causado por el roce de la cuerda. Los diámetros homologados son los de 8, 9 y 10mm.

La carga indicada sobre el maillón es la carga útil inferior (coeficiente de seguridad 3) de la resistencia máxima (carga de ruptura).

El cierre de un Maillón Rapide debe ser muy moderado. Es interesante utilizar maillones de gran abertura si van a ser colocados sobre anclajes de gran diámetro.

Clavos, empotradores, friends o naturales.

Todos ellos usados principalmente para hacer aproximaciones a pared, para instalar las cabeceras o reuniones de las vías, de esta forma se evita dejar material abandonado o podemos estar cerca de la pared para hacer los trabajos de equipamiento, pero no es objetivo de este manual el enseñar su uso.

MÓDULO 4.3

PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN SEGÚN TIPOS DE ANCLAJE

Por: **David Mora García**

1. COLOCACIÓN DE ANCLAJES POR EXPANSIÓN MECÁNICA

1.1. Anclaje de expansión por cuña exterior o interior

La instalación de ambos anclajes es muy similar ya que se produce la expansión por golpeo, pero tienen sus características especiales y que hay que tener en cuenta lo siguiente: (imágenes 33a-e)

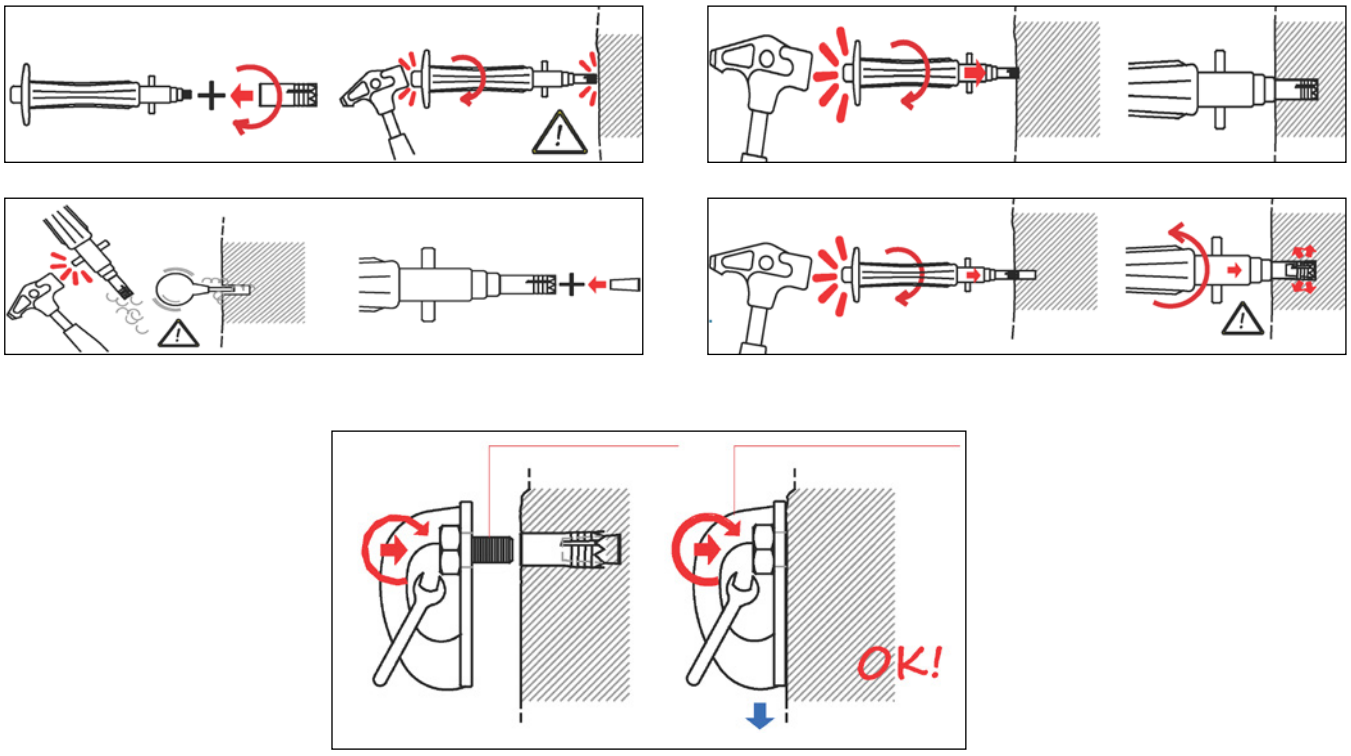
1.- Con los tacos autoperforantes usaremos un spitador para ir realizando el agujero. Se golpea el spitador dando giros, para ir haciendo el agujero como con una broca. Hay que limpiar de manera continua el agujero y el interior del spit para no colapsarlo de residuos. Con el taco de expansión interior, haremos el agujero con un taladro, ya existen brocas especiales para ellos, pero si usamos una normal, haremos un agujero de la longitud del taco más la punta de la broca.

2.- Hacer el agujero hasta el tope del spitador. No puede quedar parte del spit fuera. Igual que el taco interior, hay que limpiar muy bien el agujero con soplador y escobilla.

3.- En el spit, colocar la cuña en la parte posterior, en la corona, e introducir el spit a martillazos con el spitador (sirve para agujerear y para introducir). El taco interior, lo introduciremos directamente con el martillo.

4.- Al introducir el spit, la cuña exterior hará tope con el agujero y expandirá el spit. Con el taco interior, habrá que usar un punzón especial para ello o un destornillador sin punta.

5.- Colocar la chapa. En métrica 8 se usará una 13. Par de apriete de 20Nxm.



Imágenes 33a-e

Importante: Es recomendable colocar otro spit distinto al que se ha usado para hacer el agujero, ya que puede sufrir daños, tipo fisuras que lo debiliten. Limpiar muy bien el agujero, en caso contrario el spit quedará fuera.

1.2. Anclaje por acuñamiento por anillo

Todos los parabolts, da igual su medida, siguen las mismas pautas (imagen 34):

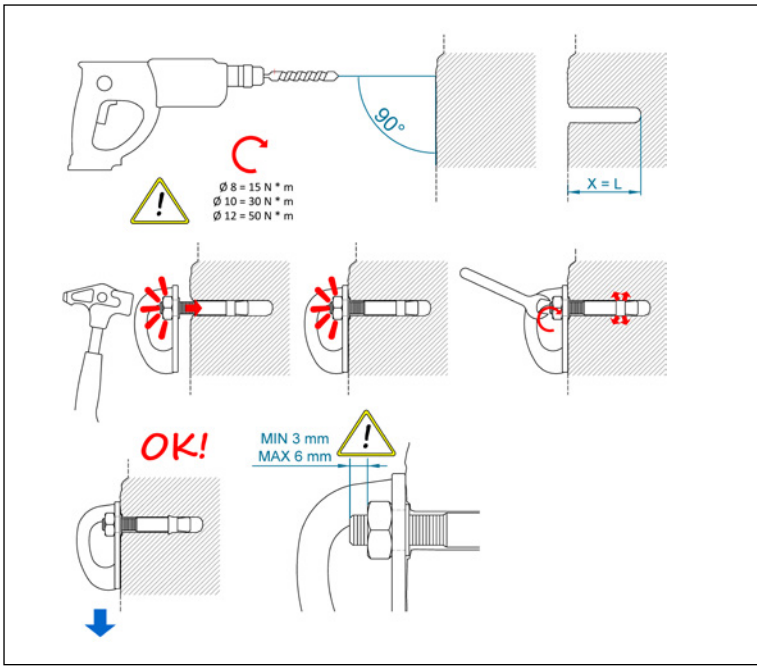
1.- Realizar un taladro perpendicular a la pared con máquina o con mandril, del diámetro del parabolt y de longitud ligeramente superior al total de parabolt para poder hundirlo en caso de error de colocación y así disimularlo.

> **Importante**: Antes de realizar el taladro, hay que probar la roca tanteando con la maza para escuchar su solidez. Si suena a hueco, optar por otro emplazamiento.

2.- Limpiar bien el agujero con soplador y/o con cepillo para favorecer el agarre.

3.- Introducir el parabolt con la tuerca, arandela y chapa. Es más incómodo, pero evitamos darle a la roca del parabolt. Se puede hacer también sin la chapa, pero hay que tener cuidado de dejar fuera el suficiente espárrago para poner posteriormente la chapa y apretar. De esta segunda forma, se puede ajustar algo más el parabolt. La tuerca no debe sobresalir a la zona de golpeo del parabolt, y hay que ser muy metódico en el golpeo para evitar darle al paso de rosca y deteriorarlo.

4.- Apretar la chapa con una llave del 17 si es métrica 10 hasta expandir el anillo. Se nota como el anillo va expandiendo poco a poco. Es preferible utilizar una llave dinamométrica para ajustarlo al par de apriete que indique el fabricante.



Imágen 34

> **Importante**: El espárrago no debe sobresalir de la tuerca más de 5-6 mm, y no debe sobresalir de la roca más de 1.5 cm. Si no se tiene llave dinamométrica para ajustar la tuerca, es recomendable que tras realizar el apriete a mano (con llave normal), se suelte la tuerca para liberar tensión y posteriormente sólo ajustar la chapa para que no se mueva.

1.3 Anclajes de gran expansión

Como ya hemos comentado antes, este tipo de anclajes tiene el inconveniente de que para colocarlos habrá que hacer un taladro de diámetro muy superior al diámetro nominal del tornillo. En el caso de tornillos industriales, suele estar entre 4 y 5 mm superior al diámetro del tornillo interior, pero el proceso de colocación es exactamente igual que para un parabolt, con la ventaja de que se puede sacar, así que la longitud del agujero será la longitud total del anclaje.

Para los Triplex de Fixe, el agujeró será de 12mm y de la longitud del Triplex. Tiene dos formas posibles de colocación de la chapa: por delante añadiendo una arandela, lo que permite reaprietes de la chapa, pero no la recuperación del Triplex; o por detrás, que permitirá la recuperación de Triplex, pero será más difícil reapretar la chapa en caso de que quede suelta.

Nunca habrá que superar el par de apriete marcado por el fabricante.

1.4 Anclajes de adaptación por forma o rosca/piedra

Cada fabricante da un tipo de filo distinto a sus tornillos, por lo que es muy difícil, casi imposible, utilizar diferentes marcas de tornillo en un mismo agujero ya perfilado (imágenes 35a-e):

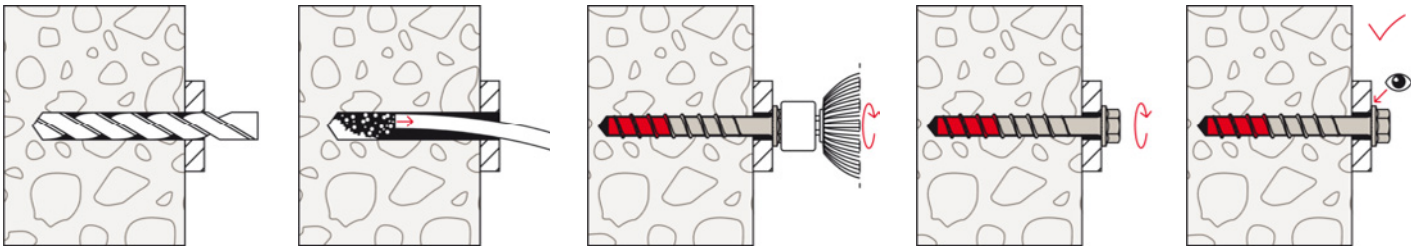
1.- Realizar un agujero ligeramente superior a la longitud del tornillo, ya que al introducirlo, arrastra algo de residuos de roca. El diámetro será 2mm inferior al diámetro del tornillo (midiendo también el filo).

2.- Limpiar bien el agujero con soplador o cepillo.

3.- Introducir el tornillo preferiblemente con adaptador para taladro. Si se hace a mano, habrá que

apretar mucho para introducir los primeros filetes dentados y comenzar a hacer la rosca correctamente. Si no se ejerce fuerza, lo que hace el tornillo es comer el agujero al diámetro del mismo, no haciendo la rosca interior.

4.- Apretar hasta que no entre más. No es necesario apretar mucho, sólo ajustar hasta que no entre más. Simplemente se realiza el control de forma visual.



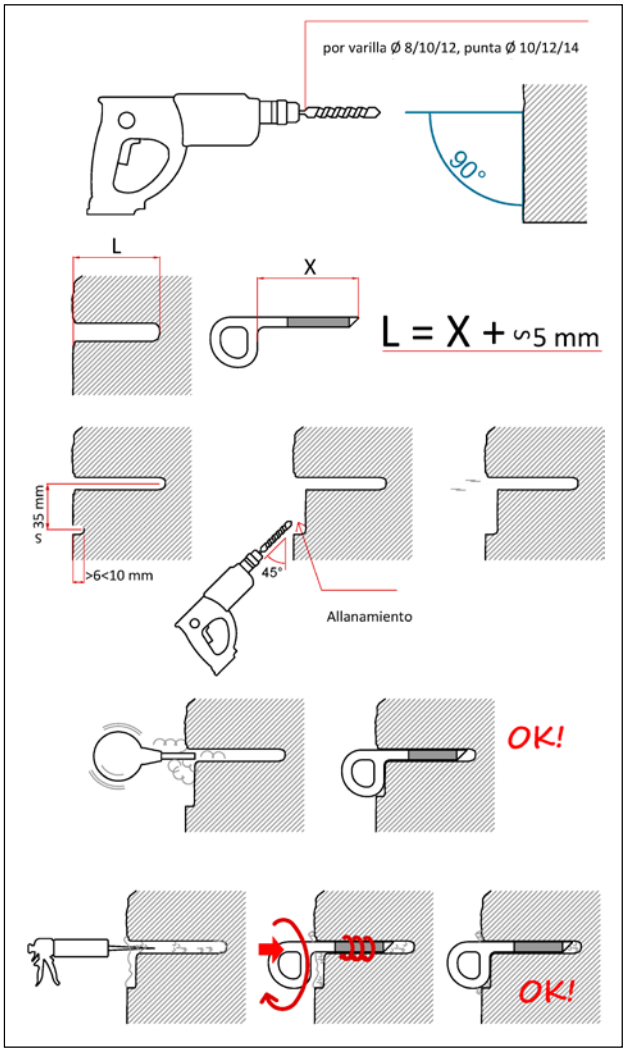
Imágenes 35 a-e

> **Importante**: Los dientes que tiene el tornillo para perfilar la rosca interior se deterioran con el uso, por lo que habrá que retirar los tornillos viejos. El uso continuado de un agujero ya perfilado deteriorará la rosca interior, reduciendo la resistencia del conjunto.

2. COLOCACIÓN DE ANCLAJES QUÍMICOS

La instalación de anclajes químicos requiere de un trabajo previo muy minucioso y disponer de todo el material de manera instantánea, ya que el mínimo error supondrá perder un anclaje o perder resina y cánulas de inyección, e incluso ensuciar parte del itinerario con restos de resina (imagen 36).

La mejor opción es trabajar primero el itinerario, colocando anclajes de rosca/piedra antes de usar los químicos. Una vez determinada la situación correcta de cada anclaje, proceder a retaladrar los agujeros al diámetro que corresponde según el anclaje a utilizar, y limpiar muy bien los agujeros. La tarea final será trabajar con la resina.



Imágen 36

1.- Realizar un taladro 2mm superior al diámetro del anclaje y de longitud ligeramente superior a éste para que tenga resina también en el fondo.

> **Importante**: Algunos fabricantes recomiendan realizar el agujero con una inclinación de 10 a 15 °, para que todo el conjunto trabaje también en palanca y ganar resistencia. Es el ejemplo del tensor de Fixe (imagen 37).

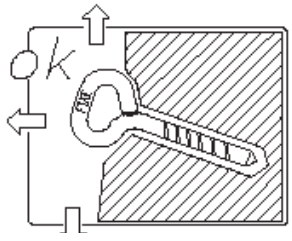


Imagen 37

2.- Abocardar el exterior del agujero para acomodar el anclaje por la parte de la soldadura, lo que evitará que el anclaje gire. En el caso de los anclajes en "P" sólo habrá que hacerlo en la parte inferior del agujero, evitando siempre reducir el ojal del anclaje (deberá quedar a ras de pared del abocardado).
En caso de ser anclajes tipo "D" o los tensores Fixe, habrá que abocardar tanto en la parte inferior como en la superior. Se puede hacer mediante agujeros en línea con el principal y luego rematando con cincel.
El tensor ha de acomodarse en el interior, cubriendo la soldadura (si la tiene), pero sin obstruir el ojal del anclaje.

Importante: En caso de disponer de soldadura, ésta debe quedar hacia arriba.

3.- Limpiar a conciencia con soplador y con cepillo el interior del agujero y el abocardado. No debe quedar polvo en el interior, ya que limitaría la adherencia de la resina.
4.- Introducir la resina dentro del agujero, de adentro hacia afuera, rellenándolo todo, pero sin que rebose. Al introducir el vástago del anclaje, rebosará un poco, lo que nos permitirá rellenar el abocardado y allanarlo a pared. Los restos se limpiarán de manera minuciosa.

Importante: Antes de estrenar un bote e inyectar la resina, y siempre que usemos una cánula nueva, habrá que desechar los primeros gatillazos de resina ya que es posible que la mezcla no cumpla con los porcentajes adecuados de resina y catalizador. Un indicativo es que la resina sale con un color homogéneo. En caso contrario, es posible que no fragüe adecuadamente. Una posible forma de verificar el fraguado de la resina es dejar un cordón de testigo al comienzo (sobre una piedra) y al final. Si ambos fraguan, podríamos decir que la resina del anclaje ha fraguado también.

5.- Introducir el anclaje haciéndolo girar para repartir toda la resina de manera correcta alrededor de todo el vástago y evitar burbujas de aire.

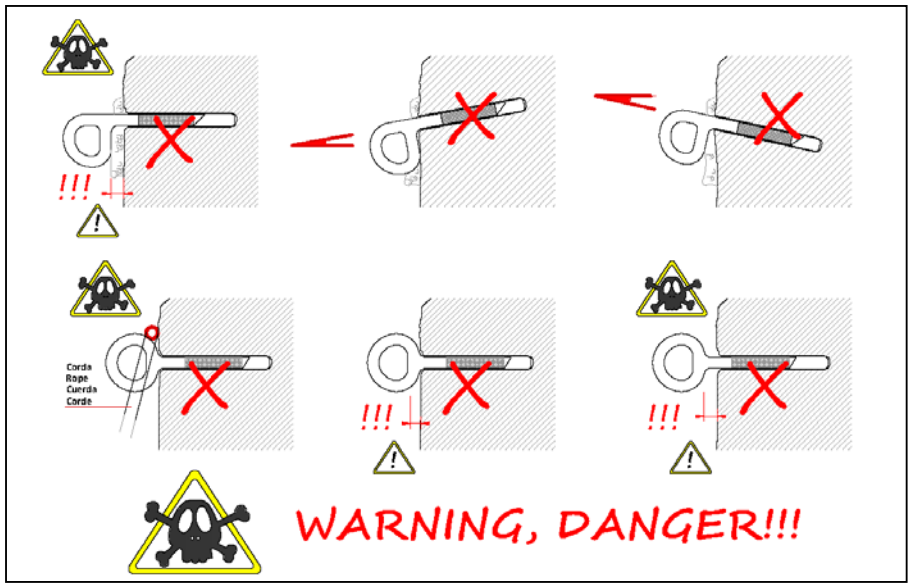
Importante: Antes de colocar el anclaje químico, hay que limpiarlo con un trapo con alcohol para quitarle los restos de grasa que pudiese tener para garantizar la adherencia de la resina al anclaje.

6.- Cubrir con el sobrante de resina el abocardado, la parte de soldadura o huecos que puedan quedar del agujero, antes de que seque. Se recomienda pasar una toallita húmeda por el anclaje para limpiar restos de resina y alisar toda la superficie del agujero. De esta forma, quedará más presentable y estético.

> **Recomendación**: Algunas resinas Epoxi tienen colores muy vivos, tirando a rojos o rosados. Para camuflar un poco el color, se puede tirar un poco de tierra sobre la resina una vez puesta, de esta forma no será tan visible.

La correcta colocación de los anclajes químicos hará que nuestra escalada sea más segura y satisfactoria. No sería la primera vez que una cuerda se queda enganchada en la parte superior de un tensor (lo hemos visto en escalada y en barrancos) por sobresalir demasiado.

Como no han de quedar los tensores (imagen 38):



Imágen 38

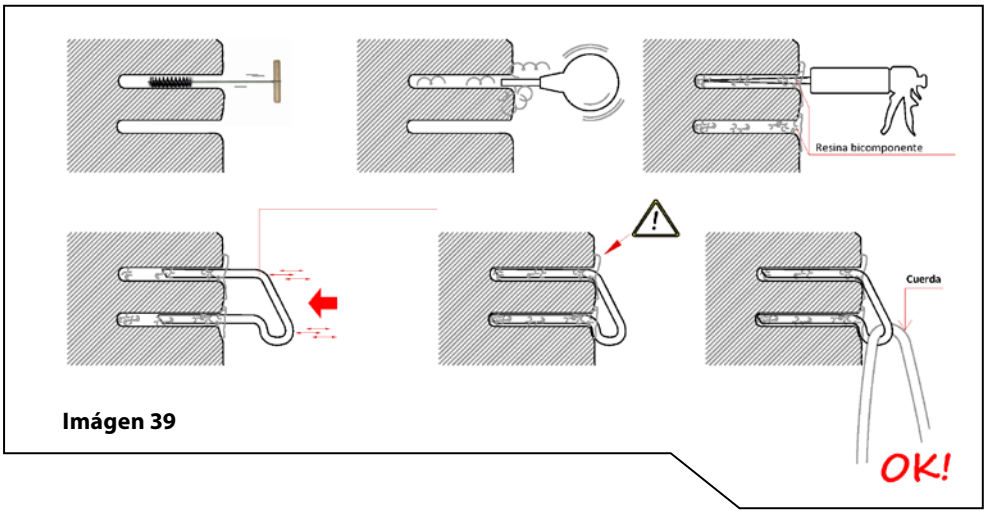
En algunas ocasiones, sobre todo cuando la roca es muy blanda, se recomienda hacer una punta de flecha en el interior del agujero para que entre más resina y poder hacer algo más de tope. No está demostrada su eficacia, ya que la resina en diámetros finos es muy frágil. Colocación de anclajes de doble vástago o “U”.

Colocación de anclajes de doble vástago o "U".

El proceso de instalación es el mismo que para los anclajes en "P", "D" o tensores tipo Fixe, pero en este caso la complejidad es que hay que hacer dos agujeros que queden simétricos.

Para realizar los taladros, es mejor confeccionarse una plantilla (o usar la que disponga el fabricante). De esta forma evitaremos que los agujeros queden ladeados o sin la distancia entre vástagos correcta (imagen 39).

Este tipo de anclajes no son muy usados en escalada, pero son muy útiles en descenso de barrancos.



Imágen 39

3. UBICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CHAPAS

Las chapas han de quedar completamente paralelas a la pared o soporte donde se vayan a poner. Hay que evitar concavidades y convexidades (imagen 40). Para ello, antes de colocar la chapa, habrá que encontrar el lugar idóneo y trabajarlo un poco con la maza si es necesario, quitando picos de roca o allanando la superficie.

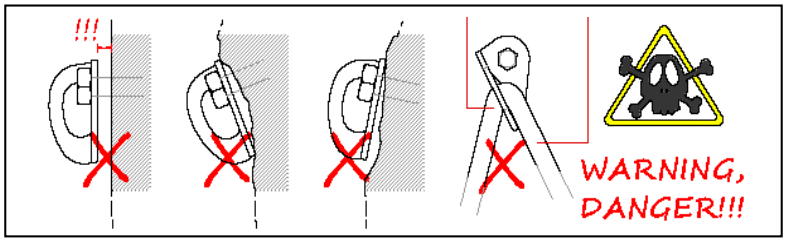


Imagen 40

Hay que evitar también, aunque la chapa esté bien colocada en la roca, que el apoyo de cualquiera de los mosquetones sobre la roca haga palanca sobre ellos y puedan romperse.

La chapa ha de trabajar en el sentido longitudinal del parabolt, bien alineada con el centro de gravedad. Ya hay fabricantes como Fixe que indican la dirección donde debe quedar la chapa, pero la gran mayoría no lo hace. Una buena forma de buscar ese centro de gravedad es poner una cinta express en la chapa antes de apretarla.

Si la chapa queda ladeada, se pueden producir fuerzas no deseadas en la misma chapa y en el parabolt, debilitando el conjunto.

AGRADECIMIENTOS: A Raumer por la autorización de uso de sus ilustraciones para este capítulo.

CADENAS O INSTALACIONES DE DESCUELGUE CARACTERÍSTICAS E INSTALACIÓN

Por: **David Mora García**

INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos más importantes en las disciplinas de escalada y descenso de barrancos son las instalaciones de rápel o cabeceras y las instalaciones de descuelgue.

Cada especialidad tiene sus características particulares, pero todas salen del mismo material. Hay fabricantes que tienen material específico y otros que tienen en el catálogo material general para todo tipo de uso.

Saber colocar la instalación marcará un descenso más cómodo, un material de progresión en mejores condiciones de uso, con menos roces y adaptado a nuestras necesidades.

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Hay que pensar muy bien qué vamos a poner al final de un largo de vía de escalada o en la cabecera de un barranco. Todas las instalaciones tienen sus aspectos especiales.

Dentro de unas posibles definiciones, debemos hacer una diferenciación importante en cuanto a cómo llamamos las cosas. De manera general:

- Si la instalación lleva mosquetón, será un descuelgue. Su uso principal será en escalada, donde al llegar el escalador, pasará la cuerda por el mosquetón y lo bajarán.

- Si está provisto de anillas, será una reunión. Puede ser usado como descuelgue, pero habrá que hacer maniobras extra. Su definición de reunión es cuando se usa en itinerarios de varios largos, y su función no es descolgar al escalador, pero si darle la posibilidad de rapelar. En barrancos se denomina cabecera de rápel.

En escalada se puede usar de manera indistinta instalaciones con mosquetón o con anillas, pero en barranco es más usual ver las de anillas, sobre todo para evitar errores de manejo.

En vías de escalada, si se hacen muchos top-rope desde un mosquetón, éste se desgastará de manera prematura, por lo que se deberá optar mejor por anillas o por mosquetones reemplazables. Las anillas tienen movimiento y el roce de cuerda se puede repartir, con el tiempo, por toda la anilla, pero no ocurre eso con el mosquetón, donde el roce es siempre sobre el mismo lugar.

Cuando se pone una instalación con anclajes químicos, principalmente en escalada, el desgaste de alguno de sus elementos puede suponer la pérdida de todo el conjunto, por lo que habrá que poner elementos que puedan ser sustituidos por otros de similar resistencia.

Las instalaciones con chapas horizontales suelen estar equipadas con una anilla o un mosquetón, ya que estos quedarán perpendiculares a la pared, pero si estamos usando chapas verticales, lo recomendable es que lleven siempre dos anillas o una anilla y un mosquetón. De esta forma, el último elemento siempre estará perpendicular a la pared. La misma precaución deberemos llevar si, por cuestiones de deterioro, hemos de cortar o sustituir una pieza de la instalación, ya sea anilla o mosquetón.

2. DESCUELGUES NO UNIFICADOS

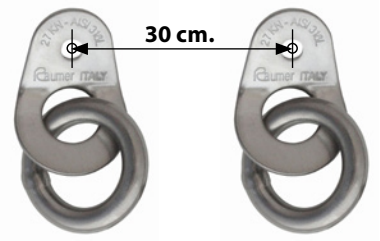
Son elementos sueltos que siempre deben ir en parejas. Los podemos encontrar de muchas formas: chapa horizontal con una anilla o mosquetón, chapa vertical con dos anillas o una anilla y un mosquetón, tensores químicos, U, chapas con varilla (imágenes 1-8). También hay en el mercado anclajes tipo "Amerika" de Fixe o el "Europe" de Raumer, que incluyen un gatillo para facilitar la entrada de la cuerda.

Imágenes 1-8

- Siempre han de ir en pareja, como elementos redundantes, pero han de mantener unas condiciones para que su uso no sea más un problema que un disfrute.

- Los anclajes deberán estar situados a una distancia uno de otro de L (longitud anclaje) x 3. Esto significa entre 25 y 30 centímetros el uno del otro.

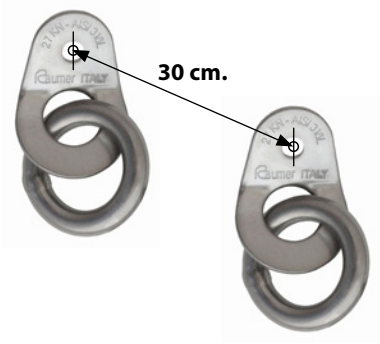
- La colocación de las instalaciones es importante:



En posición horizontal. Se usa habitualmente para instalaciones de rapel.

- **NO usar** como descuelgue ya que riza mucho las cuerdas y genera mucho roce.

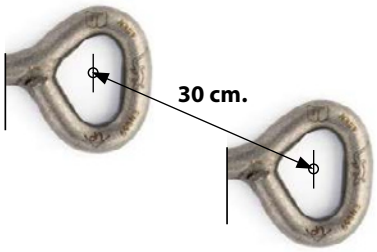
Tipo de instalación que podría usarse como descuelgue, pero se generará algo de roce en las cuerdas, menos que en horizontal.



-Si se rapela, la carga principal está sobre el anclaje superior, siendo el inferior el redundante.

-Este tipo de instalaciones se usa mucho en barrancos, debiendo quedar el superior en la parte exterior para hacer el empotre y recuperar. En caso de rotura de ese anclaje, la carga sobre el inferior sería menor que con otros sistemas.

En el caso de usar dos anclajes químicos (tensores), o dos "Europe" o "Amerika", la posición ideal es un anclaje superior en vertical y el otro desplazado a un lado y en diagonal. De esta forma se reduce el rozamiento, aunque la carga principal la recibe el anclaje superior.



-Hay que tener cuidado con el roce, al tratarse de elementos fijos. Si se produce mucho desgaste, no se podrán cambiar con facilidad.

-La misma posición usaríamos con los "Europe", pero en caso de deterioro, será más fácil sustituirlo.

-El uso de anclajes tipo "Europe" o "Amerika" facilita las maniobras, pero al tener partes móviles, pueden sufrir deterioro antes de lo previsto.

Se puede usar uno de manera independiente, pero reforzado con un anclaje con chapa normal y unido con algún elemento que genere la redundancia, ya sea cinta o cordino anudado (instalación típica de barrancos).

3. CADENAS EN LÍNEA

Hoy en día son las más utilizadas, principalmente por su precio, muy inferior a las de cadena en triángulo. Las podemos encontrar (dependiendo de las chapas que use el fabricante) con anilla, con mosquetón, con doble anilla o anilla más mosquetón, con dos mosquetones o con mosquetón de seguridad (imágenes 9-16). Marcas como Vertical Evolution o Raumer hacen reuniones con eslabones muy grandes, lo que facilita anclarse cuando la anilla está muy saturada, e incluso cogerla con la mano.

Imágenes 9-16

El anclaje superior debe estar desplazado lateralmente entre 10 y 15 ° como máximo, entre 4 y 7 cm dependiendo de la longitud de la cadena, y no debe estar en tensión.

1.- Colocar el anclaje inferior, teniendo la precaución de disponer espacio para el segundo anclaje. Colocarlo y apretarlo.

2.- Marcar el segundo anclaje, con su desplazamiento lateral. Toda la carga debe quedar en el anclaje inferior. El superior actúa como redundancia.

No todas las marcas o instalaciones permiten izquierda y derecha en el anclaje superior, así que habrá que tener mucho cuidado en la instalación del inferior.

Ventajas y desventajas de las instalaciones con una cadena y sus diferentes elementos de unión:

- **Con anillas**:

  -Si se desgasta una anilla, se puede sustituir por un maillón homologado y cerrado con llave.

  -Las anillas giran por lo que el desgaste se puede repartir en toda la anilla.

  -Hay que hacer maniobras extra para pasar la cuerda por ella (posibilidad de error).

- **Con mosquetones**:

  -Desgaste prematuro al rozar la cuerda siempre en el mismo lado.

  -Los mosquetones, con piezas móviles, se estropean antes, pudiendo quedar abiertos.

  -Mejor con mosquetones intercambiables. Las instalaciones tipo Fixe con mosquetones fijos hace imposible cambiar solo ese elemento, debiendose cambiar toda la instalación.

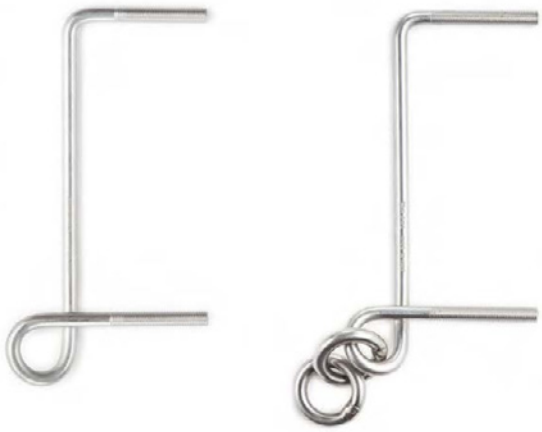
-Instalaciones con 2 mosquetones, con más complicadas para pasar la cuerda, más duraderas, pero más caras. Se evita la posibilidad de que se salga la cuerda.

-En las instalaciones con mosquetón de seguro tienden a oxidarse las roscas y a bloquearse, o a apretarse demasiado por lo que luego no pueden abrirse.

-En zonas de escuela son preferibles descuelgues sin mosquetón de seguro para facilitar la maniobra, pero ideal dos mosquetones para evitar que la cuerda pueda salir o entrar a la reunión en una posición errónea (rizo en la cuerda que puede abrir el mosquetón).

La casa italiana Vertical Evolution tiene unas instalaciones que simulan una reunión en línea (imágenes 17-18), pero están confeccionadas con varilla y son rígidas. Tienen dos puntos de anclaje. Este tipo de reuniones pueden tener sus pros y sus contras que hay que valorar.

Imágenes 17-18



- **Pros:**

  -Se pueden anclar más personas a la instalación final, ya que hay espacio suficiente.

- **Contras:**

  -Encontrar el espacio suficiente para ponerlo, ya que no se puede ajustar como una cadena.

  -Si se usa directo a la varilla, el desgaste hará que quede inservible y además será complicado sacarlo.

  -En barrancos, será susceptible, en caso de crecidas, de romperse por impacto de piedras.

4. CADENAS EN TRIÁNGULO

Esta tendencia no es de hace mucho tiempo, y lo que pretende es ecualizar entre dos anclajes para repartir la carga, simulando una reunión ecualizada en vía larga. Como en los anteriores casos, las podemos encontrar con muchas estructuras y con los mismos condicionantes (imágenes 19-20).

Imágenes 19-20

Hay que respetar la distancia entre los dos anclajes y han de estar horizontales para un reparto de la carga correcta. Su apertura ideal estaría sobre los 30 °.

En el mercado también tenemos el "descuelgue americano" (imagen 21), muy típico en esas tierras, que consiste en 2 cadenas paralelas no unidas entre ellas (Raumer las tiene en mercado y Fixe las produjo una temporada). La verdad es que no hay una explicación lógica para su uso, pero puede ser una opción interesante cuando la misma instalación es compartida por varias vías. Se ha hecho un experimento con este tipo de instalaciones, y el resultado final ha sido que el practicante no sabe usarlo, pasando la cuerda por una sola de las cadenas, o al final añadiendo un mosquetón de hierro para bajarse.

Imágenes 21

5. INSTALACIONES TIPO "RABO DE CERDO

Están en desuso. En muchas zonas se han puesto pero solo uno por descuelgue y hemos de recordar que siempre han de estar en parejas. Son instalaciones que ya han generado bastantes accidentes por pasar mal la cuerda por ellos, por lo que la tendencia es evitarlos (imagen 22).

Imagen 22

6. MATERIAL AUXILIAR

Sobre todo está pensado en la sustitución de material de la instalación de descenso o de descuelgue. Es muy sencillo (imágenes 23-25). Mosquetones, anillas y maillones (ya vistos).

Los mosquetones tipo Raumer (con pasador antirrobo) nos permitirán cambiar aquellos deteriorados por el uso, sin ninguna otra complicación. En las instalaciones con mosquetones Fixe habrá que sacar primero el mosquetón dañado mediante sierra o radial para poner otro nuevo. Los mosquetones Fixe o las anillas, habrá que ponerlas con maillones o con cordinos/cintas, pero esta última opción no es la más recomendable para instalaciones fijas.

Imágenes 23-25

Hoy en día, con la previsión de uso de la instalación, hay que pensar muy bien qué material emplear, para evitar problemas de sustitución en un futuro. Algunas recomendaciones serían:

-Colocar mosquetones de acero con pasador antirrobo.

-Si queremos colocar descuelgues químicos donde preveamos mucho uso, una buena opción es colocar espárragos y luego poner el descuelgue de chapas.

-En barrancos, evitar instalaciones unidas que puedan verse afectadas por crecidas.

MÓDULO 4.5

MATERIAL PARA LA INSTALACIÓN

Por: **David Mora García**

INTRODUCCIÓN

Todo equipador debe disponer del material más adecuado y adaptado para el equipamiento de vías de escalada, barrancos o vías ferrata, y así garantizar una correcta colocación y posterior uso.

En ciertas disciplinas, como puede ser el descenso de barrancos, el deportista podrá llevar un kit especial de instalación, un recurso muy utilizado al ser los barrancos entornos cambiantes y donde se pueden deteriorar fácilmente las instalaciones

1. MATERIAL DE PERFORACIÓN

1.1. Taladros

Herramienta importante para el equipador, de perforar a mano y hacer unos cuantos agujeros al día, a perforar a máquina y poder hacer bastante trabajo en el mismo tiempo.

Actualmente tenemos a nuestra disposición dos tipos de taladros autónomos:

- Taladros a batería (eléctricos).
- Taladros de explosión (gasolina).

Hoy en día, hay muy pocos taladros de explosión en el mercado. Aún se encuentran los tan aclamados taladros Ryobi, pero los modelos que están a la venta son los italianos Filoni (imagen 41), difíciles de encontrar en España. Las ventajas de este tipo de taladro son evidentes: poco gasto de combustible, mucha autonomía, y fuerza del martillo, normalmente sobre unos 3 Julios. Pero sus inconvenientes también son importantes:

-Pesados en comparación a los de baterías -entre 7 y 10kg.
-Más caros.
-Mucho más ruidosos y contaminantes.
-En ciertas épocas del año no se pueden utilizar por el peligro de incendios forestales, y cuando si se puede, hay que llevar elementos de extinción homologados.

Imagen 41

Hoy por hoy, los que dominan el mercado son los taladros percutores (martillos) a baterías. Marcas como Bosch, Spit, Hilti, DeWalt, Makita o Milwaukee (imágenes 42-47) nos ofrecen bastantes alternativas. A la hora de adquirir un taladro a baterías deberemos tener en cuenta:

-El voltaje más utilizado en la actualidad son 18V (equilibrio entre el voltaje, la intensidad que aporta la batería y el peso de la misma). Taladros con 24 o 36 Voltios hacen que sus baterías sean mucho más voluminosas y de menor amperaje en comparación. Las de 10V no tienen la fuerza suficiente para trabajar en condiciones.

-Hay baterias de Ion-Litio (Li-ion), Metal hidruro-Níquel (**NiMH**) y Níquel-Cadmio (**NiCd**). Las de Li-ion no tienen efecto memoria, al contrario que las de NiCd. En el punto medio están las de NiMH. Con el "efecto memoria", cuando ponemos a cargar una batería sin haberla agotado antes, el cargador toma como punto 0 el nivel de carga que quede. Con el tiempo, las baterías dejan de funcionar adecuadamente. En el caso de las baterías de Li-ion, no hay que abusar mucho de las fases de descarga total.

-El amperaje o intensidad (capacidad, o amperios/hora). Ya hay baterías entre 4 y 12 Ah, siendo lo normal hace pocos años las baterías de 1.5 a 3 Ah. Se ha ganado bastante en autonomía. A más amperaje, más tiempo podremos estar taladrando.

-Potencia de percusión -se suele dar en julios-. Los taladros de gasolina suelen tener algo más potencia -sobre los 3 julios-, y los de batería un poco menos, pero podemos estar entre los 1.2J y los 2.5J. A mayor cantidad de julios, mayor fuerza en la percusión del martillo.

-También es importante la mecánica. Cada vez son más eficientes y hay menos pérdidas de energía. Hay que evitar la tecnología de escobillas, ya que tienden a desgastarse y a generar fallos en los taladros, pero pocas marcas hacen ya taladros con escobillas.

-El peso. Si la tenemos que cargar mucho, lo ideal es una ligera, a costa de la autonomía y, en consecuencia, tiempo de trabajo. Hay que buscar un equilibrio, siendo un peso entre 3.5 y 4 kilogramos lo ideal. El peso es directamente proporcional a las características de la máquina.

Tabla resumen tipo de anclaje con tipo de roca

Imágenes 42-47

MARCA	BATERÍA	VOLT.	Ah.	JULIOS	BPM	RPM	W	PESO
Milwaukee M18 CH	Li-ion	18V	5Ah	2.5J	4900	1400	_	3.4kg
Bosch GB 18V-2W6F	Li-ion	18V	6Ah	2.6J	4350	960	425W	4.4kg
Spit Bull	Li-ion	36V	6.2Ah	1.9J	4090	_	224W	4kg
Hilti T6-A22	Li-ion	22V	8Ah	2.5J	5100	1050	_	3.8kg
Makita BL 18V LTX	Li-ion	18V	5Ah	2J	4700	950	_	3.3kg
DeWalt 5 XR	Li-ion	18V	5Ah	2.1J	4600	1100	400W	3.1kg

Hoy por hoy, los que dominan el mercado son los taladros percutores (martillos) a baterías. Marcas como Bosch, Spit, Hilti, DeWalt, Makita o Milwaukee (imágenes 42-47) nos ofrecen bastantes alternativas. A la hora de adquirir un taladro a baterías deberemos tener en cuenta:

Aunque muchas de las marcas no ponen en las características técnicas toda la información, su autonomía de trabajo se puede calcular conociendo estos datos técnicos:

-El voltaje de la batería.

-Capacidad de la batería en Ah/h.

-Consumo del taladro en W/h (potencia).

-Fuerza de percusión en julios.

-Número de percusiones por minuto (bpm).

Vamos a tomar como ejemplo la Spit Bull, para luego poder hacer comparaciones entre los diferentes productos.

Voltaje taladro: 36v.

Batería: Li-ion de 6.2A.

Potencia: 224 W/h.

Fuerza de percusión: 1,9 julios.

Percusiones por minuto: 4.090 bpm.

Podemos calcular varios aspectos (por la secuencia de datos necesarios y los que nos aporta el fabricante):

1.- Consumo en Ah de nuestra máquina.

2.- Tiempo que podemos estar usando la máquina hasta que muera.

3.- Potencia de trabajo por minuto y potencia total de trabajo de la máquina.

Intensidad consumo = 224 W/36 V = 6.22 A.

Tiempo de uso = 6.2 Ah / 6.22 A = 0,99 horas (59,4 min).

Trabajo x minuto = 1,9 J x 4.090 bpm = 7.771 J/min (sería la velocidad con la que hace un taladro).

Trabajo total = 59.4' x 7.771 J/min = 461.597 Julios (valor total de trabajo que podemos usar para comparar con otras máquinas)

1.2. Buriladores o mandriles

Puños donde se puede insertar un spit o una broca para poder hacer el agujero e introducir el anclaje. Es un sistema costoso. Hacer agujeros muy profundos puede resultar casi extenuante. Probablemente quede relegado a terreno de aventura/exploración o como soporte para hacer retoque o abocardar. Existen acoples para poder poner spits de 8mm y de 10mm, al igual que sistemas para poner brocas SDS.

Marcas como Raumer, Kong o Petzl tienen buriladores para las diferentes opciones, con acoples para spit y broca o elementos separados (imágenes 48-49).

Imágenes 48-49

1.3. Brocas

Las más usadas son con el sistema SDS+ y SDS Max, ya que son muy rápidas de poner y quitar, y no exigen llave para apretarlas en la máquina.

Métricas 10, 12 y 14 nos permitirán poner cualquier tipo de anclaje, ya sea mecánico o químico (imagen 50).

En relación a calidad precio, las mejores brocas para roca/hormigón son las de carburo de tungsteno (widia) que soportan bien el calor.

Las brocas para hormigón disponen de diferentes canales helicoidales diseñados para una mejor evacuación del polvo. Los tipos principales son:

-**Doble en L**, el modelo estándar.
-**Doble en U**, con mejor evacuación.
-**Cuádruple**, para una mayor estabilidad y con una geometría Turbo para una mejor evacuación.

La geometría de la hélice no es un criterio definitivo para elegir una broca para hormigón, ya que también hay que tener en cuenta la calidad de la punta y del número de filos.

Las brocas de 4 filos permiten un agujero más simétrico y algo más rápido que la de 2 filos, pero con pruebas realizadas, las de 2 filos evacúan mucho mejor el polvo del agujero que las de 4.

1.4. Mazas

Podría servir cualquier martillo, pero la pegada que tienen las mazas de escalada es excepcional, equilibrando el peso y la fuerza de impacto. En el mercado podemos encontrar de muchas marcas, y de dos clases: las mazas de escalada y las de espeleología.

La diferencia entre las mazas es la longitud del mando y la fuerza de pegada. Para los trabajos de equipamiento en vías de escalada es preferible llevar la maza de escalada; para equipamiento en barrancos, donde hay que transportar peso durante bastante tiempo, lo mejor es llevar una de espeleo (imágenes 51 -52).

Imágenes 51-52

2. MATERIAL DE LIMPIEZA

2.1 Sopladoras, cepillos y tubos

Las sopladoras y los cepillos (imágenes 53-54) deben trabajar en conjunto, ya que el cepillo elimina de las paredes restos de polvo adheridos y la sopladora los saca del agujero. Cada fabricante de resinas tiene su sopladora, pero son todas iguales, cambiando únicamente el diámetro del cepillo, que debe adaptarse al agujero. Lo normal es que sea ligeramente mayor que el diámetro del agujero, para que genere presión y limpie bien. Debemos asegurarnos de que la longitud del cepillo llegará hasta el fondo del agujero.

Imágenes 53-54

También se puede usar macarrón de plástico, como el usado en las peceras, para soplar el interior del agujero, pero el problema es que deja restos de humedad y, dependiendo si trabajamos con químicos, habrá que dejar secar el agujero.

Por otro lado, para la limpieza de la vía en general, harán falta cepillos de cerdas de plástico para eliminar la posible tierra o restos de vegetación que pueda caer. NUNCA usaremos cepillos de cerdas metálicas ya que dañan irreparablemente la roca.

2.2 Material general de limpieza

Material para limpieza de las herramientas y de los elementos que se ponen en la pared, al igual que para su manejo con las resinas.

-Trapos viejos para limpieza de herramientas.

-Guantes desechables de látex o vinilo para trabajar con las resinas.

-Toallitas húmedas para limpieza de anclajes de restos de resina y alisar la resina a pared.

-Bolsas de plástico para recoger los residuos durante el trabajo.

3. HERRAMIENTAS DE APRIETE

Las llaves típicas para trabajos de equipamiento tanto en escalada como en barrancos y vías ferrata son las llaves 13 y 17, pero dependiendo del material que usemos, podremos llevar también la 15 (Multi-Monti). La ideal es la llave de codo (no de tubo, que pesa más) ya que permite evitar obstáculos, lo que una plana no hace. En el ambiente de la espeleología se suele unir la llave del 13 con la del 17, y si es de carraca, mejor.

Si se quiere trabajar bajo parámetros del fabricante, lo mejor es llevar una llave dinamométrica (imagen 55). De esta forma, no nos pasaremos nunca del par de apriete recomendado. Lo que hemos de evitar a toda costa es llevar llaves con mucha palanca o tubos extra para generar más fuerza de apriete, ya que podrían debilitar el anclaje.

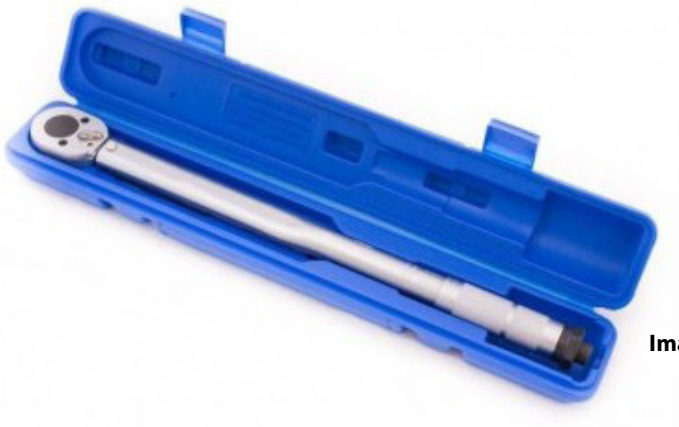


Imagen 55

4. HERRAMIENTAS PARA ROCA Y EXTRACTORES

Dentro de las herramientas para roca podemos englobar las patas de cabra (imagen 56), y los cinceles o cortafríos (imagen 57). Las primeras nos permitirán limpiar grandes bloques que son imposibles de soltar a fuerza humana, mientras que los cortafríos nos permitirán un trabajo más fino y la confección de los abocardados en los anclajes químicos. También para poder quitar anclajes que se resisten, serán necesarios tipo tornillos de spit o parabolts.

Imágenes 56-57

Para el reequipamiento, no son propiamente herramientas para reequipar, sino para quitar anclajes viejos de la pared. En este caso, hay mucha inventiva, pero los que mejor están funcionando son la placa y el cetro.

La placa es un fleje triangular donde se han incorporado tres patas con tuercas y un agujero central. El anclaje a quitar se fija en el agujero central, y las patas sirven para ir apretando y sacando el anclaje. El mayor inconveniente es que se quedan marcas muy visibles de las tres patas y que si el anclaje es relativamente nuevo, no suele salir.

Por otra parte, está el cetro, una palanca con un cono en un extremo (para cada medida hace falta un cono del tamaño adecuado). Colocamos el cono cogiendo el espárrago del parabolt y se realizan movimientos laterales para debilitar el espárrago y romperlo. Herramienta ideal cuando no se ha hecho el agujero más largo para hundir el parabolt.

No hay que olvidar las paletas y espátulas (imagen58) de trabajo que nos permitirán trabajar con la resina en la boca del agujero para alisar y retirar excesos de la misma.

Imagen 58

5. PISTOLAS PARA RESINA

Dependiendo del tipo de cartucho que vayamos a utilizar y la marca, deberemos usar tipos diferentes de pistolas inyectoras:

- Para cartuchos de 300 o 350, nos servirán las típicas pistolas de silicona.
- Para cartuchos de 400 a 600, nos hará falta una pistola más gruesa (imagen 59).
- Y para las resinas de doble tubo, normalmente hay que comprar la pistola del propio fabricante de doble émbolo (imagen 60), ya que cada uno de ellos hace sistemas diferentes de inyección y porcentaje de material que se mezcla.

Imágenes59-60

También existen pistolas eléctricas, como la Hilti, que suministran la cantidad exacta programada. De esta forma no se pierde resina.

Además de las pistolas, hay que llevar una buena provisión de cánulas mezcladoras. Se venden bolsas con una decena de ellas por pocos euros.

6. JARDINERÍA

Para hacer un buen trabajo habrá que limpiar la vía de vegetación. Recordamos que siempre es mejor podar que arrancar, al igual que los pies de vía, donde muchas veces se hacen verdaderos estropicios. Con unas tijeras y un pequeño serrucho, se podrá hacer un trabajo más limpio para la flora.

7. TRANSPORTE

Todo el material que se lleve durante el equipamiento ha de estar fijado para evitar que se caiga y se pierda, o que hiera a alguna persona que transite por debajo de nosotros. Para ello, lo que haremos será fijar cada herramienta con un pequeño cordino e introducirlas en una bolsa de transporte.

Rodcle, especialista en fabricación de material para barrancos y para trabajos verticales, tiene unos cubos de PVC (imagen 61) muy útiles para el transporte, ayudándonos además a tenerlo todo a mano y evitando su pérdida.

Imagen 61

8. MATERIAL AUXILIAR

Otros pequeñas útiles que podemos llevar para facilitarnos la tarea son la cinta adhesiva, que nos ayudará a fijar los anclajes químicos para que no se desplacen ligeramente hacia abajo o se salgan, y la tiza, para poder marcar la ubicación de los diferentes puntos de anclaje.

MÓDULO 4.6

LOS ACEROS Y LA CORROSIÓN

Por: **Juan Carlos Castaño Julián**

INTRODUCCIÓN

Las actividades deportivas que se desarrollan en la naturaleza son muchas y diversas. La escalada deportiva, el barranquismo y las vías ferratas son actividades, de por sí peligrosas, que dependen de una instalación de anclajes fijos para que la actividad se desarrolle con cierta seguridad.

Estos anclajes han de ser elaborados con metales capaces de resistir las condiciones de ambiente externo. Determinar de manera precisa la duración de un anclaje es una tarea difícil, ya que los parámetros de los que depende son bastante variados y complejos. Aun así, existen materiales, como el acero, capaces, gracias a su composición y posterior tratamiento, de resistir los efectos de ambientes muy agresivos.

En esta parte del manual ampliaremos nuestros conocimientos, por un lado, sobre el acero, un metal con características y propiedades muy complejas; y, por otro lado, sobre el fenómeno de la corrosión que afecta a una gran mayoría de anclajes ya instalados.

OBJETIVOS

Adquirir los conocimientos básicos sobre metales (los que normalmente se utilizan en la fabricación de anclajes) que permitan al técnico decidir la idoneidad de un anclaje en función del material con que está fabricado y de las condiciones ambientales del medio en las que habrá de ejercer su función que condicionarán el grado de corrosión.

1. EL ACERO

Básicamente, el acero es una aleación de hierro y carbono, aunque dependiendo de las propiedades que se le quiera dar, se podrán añadir elementos como níquel, manganeso, cromo, etc. Hay un gran número de definiciones dependiendo del contenido en carbono u otros aleados:

- Acero bajo en carbono o acero dulce: acero que contiene niveles de carbono que se sitúan entre el 0,15% y el 0,25%. Casi hierro puro, es muy dúctil y resistente a la corrosión.
- Acero intermedio: acero que contiene entre 0,25% y 0,50% de carbono. No es muy duro, pero tampoco es endeble. También llamado acero mediano.
- Acero duro: acero que posee un elevado contenido de carbono, entre el 0,45% y el 0,85%.
- Acero al carbono: acero cuyo contenido en carbono se sitúa generalmente por debajo del 2% y superior al 0,03%.
- Acero colado o acero de fundición: acero que posee un elevadísimo contenido de carbono, entre el 2% y el 6%.
- El hierro colado o arrabio: obtenido del alto horno, es un producto que todavía no está listo para ser utilizado industrialmente.
- Acero aleado o de aleación: acero al que se le han añadido elementos como cromo, molibdeno o níquel.
- Acero inoxidable: Es un acero con un mínimo de 10.5% de cromo.

El fin de los aleantes es mejorar la resistencia. Los elementos más habituales y la forma en que modifican las propiedades del acero son:

- Cromo. Aumenta la dureza y la resistencia a la tracción y la tenacidad de los aceros. Mejora la templabilidad y la resistencia a la corrosión.
- Níquel. Es un elemento de gran importancia en la producción de aceros inoxidables ya que aumenta su resistencia a la corrosión y les otorga una gran tenacidad.
- Molibdeno. Aumenta la tenacidad, mejorando la resistencia a la corrosión.
- Cobre. Mejora la resistencia a la corrosión.
- Manganeso. Se añade para neutralizar la negativa influencia del azufre y del oxígeno. Actúa como desoxidante. De no tener manganeso, los aceros no se podrían laminar ni forjar.
- Titanio. Desoxidante e inhibidor del crecimiento granular. Estabilizador de carbono.
- Niobio. Estabilizador del carbono que evita la formación de carburos de cromo.
- Silicio. Se emplea como desoxidante y actúa como endurecedor en el acero de aleación.
- Azufre. Normalmente es una impureza y se mantiene a un bajo nivel.
- Otros. Tungsteno o wolframio, vanadio, aluminio, boro, cobalto, estaño, plomo.

1.1. El hierro (Fe)

Se encuentra presente en la naturaleza en forma de óxidos (hematita y magnetita), hidróxidos (limonita), carbonatos (siderita), silicatos y sulfuros que, mezclados con otros compuestos como el azufre, magnesio y silicio, forman la Ganga.

Propiedades: Dúctil, maleable, muy tenaz, buen conductor de la electricidad, magnético, oxidable con el aire y alotrópico, lo que significa que puede presentar estructuras moleculares distintas. Esto es muy impor-

tante porque dependiendo de qué microestructura adquiera, tendrá unas propiedades físicas, químicas y mecánicas determinadas. Las diversas clases de acero dependen de los distintos tipos de microestructura y de los distintos tipos de aleantes. (Más información: Microestructura de aceros).

1.2. El carbono (C)

En la elaboración del acero, el carbono es esencial y se obtiene a partir del carbón. En la naturaleza, el carbón se encuentra en forma de turba, hulla, lignito y antracita. Este último es uno de los más utilizados y tiene una proporción de carbono superior al 90%. Hoy en día se usa para producir coque. El coque es un combustible sólido formado por la destilación de carbón. (Más información: Elaboración del coque).

1.3. La siderurgia

Es la metalurgia del hierro y básicamente consiste en el proceso de transformación de la materia prima del mineral de hierro en acero. (Más información: El ciclo del acero).

1.4. Tratamiento de los metales

El objetivo es mejorar las propiedades mecánicas de los metales. Se pueden distinguir cuatro clases de tratamientos:

- **Tratamientos térmicos:** Los tratamientos térmicos son operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales a temperaturas y condiciones determinadas, con el objeto de modificar sus características mecánicas. De una manera genérica, los tratamientos son:

  - **Temple**. Tratamiento que consiste en calentar el acero y enfriarlo, más o menos rápido, en agua o aceite. Su finalidad es aumentar la dureza y resistencia del acero.

  - **Revenido.** Tratamiento que se ejecuta después del temple. El objetivo es disminuir la uniformidad de la estructura y, de tal modo, aliviar tensiones internas de la pieza.

  - **Normalizado**. Tratamiento que se aplica a los aceros con el fin de que vuelvan al estado que se

supone normal. Consiste en calentar y posteriormente enfriar en el exterior a temperatura ambiente. Se eliminan tensiones internas y se homogeniza el tamaño de grano.

- **Recocido**. Consiste en calentar el acero y someterlo a un enfriamiento muy lento, dentro del horno. Proporciona al acero ductilidad y maleabilidad.
  (Más información: Tratamientos térmicos de los aceros).

- **Tratamientos mecánicos:** Este tipo de tratamientomejora las características de los metales por deformación mecánica. Existen dos tipos frío y caliente (forja).

  - **En Frío.** Mediante el proceso de deformación en frío que puede ir sufriendo el acero se incrementa la dureza y la resistencia a la tracción. podemos citar varios ejemplos:
    - **Trefilado**. Consiste en la disminución del diámetro de una varilla con un aumento de la longitud de la misma haciéndola pasar por una matriz.
    - **Roscado por laminación.**
    - **Plegado (chapa), curvado (tensor).**

- **Tratamientos superficiales:** Se mejoran las propiedades de la superficie de los metales sin alterar su composición química. Hemos obviado el niquelado, el metalizado, el pavonado y otros, porque no se utilizan en los anclajes. Tipos de Tratamientos:

  - **Cromado.** Este tipo de tratamiento es utilizado para proteger a las piezas de la corrosión. Utilizado en chapas y reuniones en acero al carbono.
    - **Bicromatado amarillo:** Es el zincado amarillo con cromo trivalente (Cr III). Apareció en el mercado con un color y aspecto equivalente al antiguo bicromatado amarillo hexavalente (Cr VI). Buena resistencia a la corrosión.

  - **Galvanizados.** El término galvanizado se utiliza de una manera muy genérica para definir los diferentes tratamientos que utilizan zinc. La resistencia a la corrosión otorgada por este tratamiento está directamente relacionada con el espesor del recubrimiento y con las capas intermedias generadas entre el acero y el zinc. Estas garantizarán la adherencia del recubrimiento y su resistencia

a abrasiones y golpes. Tratamientos más comunes en los anclajes:

- **Zincado electrolítico o electrozincado:** Recubrimiento de zinc por electrólisis de sales de zinc en disolución acuosa con ayuda de corriente continua. Tratamiento muy utilizado en anclajes mecánicos. Espesores más comunes: 5-10 micras. No genera capas intermedias.
- **Sherardización:** Recubrimientos con polvo de zinc a temperaturas de 400 °C que generan capas intermedias muy resistentes a la corrosión. Marcas de anclajes industriales, como In dex, lo utilizan para sus anclajes mecánicos. Espesores más comunes: 15-35 micras.
- **Galvanizado en caliente:** Consiste en sumergir elementos de acero en un baño de zinc fundido mantenido a una temperatura de unos 450 °C. A esta temperatura el zinc forma capas intermedias muy resistentes a la corrosión. Utilizado por marcas como Spit o Hilti. Espesores más comunes: 40-50 micras.

  (Más información: Recubrimientos con zinc).

- **Tratamientos termoquímicos:** Son tratamientos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de la capa superficial. El más importante es la cementación (C), con la que se consigue incrementar la dureza superficial del acero al aumentar la concentración de carbono en superficie. (Más información: Tratamientos Termoquímicos).
-

1.5. Clasificación de los aceros

Existen muchas formas y maneras de clasificar los aceros. En España hay dos tipos de designaciones normalizadas para ello: una simbólica, que expresa las características físicas y químicas (X 5 CrNiMo 17-12-2), y otra numérica que facilita su identificación (EN 1.440). También utilizamos otras normas como **AISI** (American Iron and Steel Institute) y **ASTM** (American Society for Testing and Materials).

(Más información: Clasificación de los Aceros).

1.6. Los aceros inoxidables

Se utilizan para la fabricación de los diferentes tipos de anclajes utilizados en vías de escalada, barrancos o vías ferratas. Un acero inoxidable es una aleación de acero con bajo contenido en carbono (C) y un porcentaje aproximado de 10.5-12 % de cromo (Cr) en peso. La adición del cromo como principal elemento aleante le proporciona al acero su característica más relevante: la resistencia a la corrosión. Además de la presencia de cromo y carbono como elementos de aleación, se pueden encontrar otros aleantes, aunque en menores proporciones, dependiendo de la aplicación a la que estén destinados. Entre ellos, los más frecuentes son níquel (Ni), molibdeno (Mo), titanio (Ti) y silicio (Si). Estos aleantes, además de incrementar la resistencia a la corrosión, potencian otras propiedades útiles como son la conformabilidad, la fuerza y la resistencia térmica. La particular resistencia a la corrosión que experimentan estos aceros se debe a la gran afinidad del cromo por el oxígeno, lo que hace que reaccionen creando una capa pasiva de óxido de cromo (Cr_2O_3), sobre la superficie del acero, llamada película pasiva. En el caso de que la película sufra un daño mecánico o químico, esta se vuelve a regenerar en presencia del oxígeno. (Más información: Aceros Inoxidables)

Clases de aceros inoxidables:

- **Aceros inoxidables martensíticos:** Este tipo de aceros, con un contenido de cromo de 10.5 a 18% poseen una moderada resistencia a la corrosión. Por otro lado, los valores de hasta el 1.2% de carbono le confieren unos altos niveles de resistencia mecánica y dureza. No se utilizan para elaborar ningún tipo de anclaje. Ejemplos: AISI 410, AISI 420, etc.

- **Aceros inoxidables ferríticos:** Son aceros con contenido en cromo del 10.5 a 30%, por lo que su resistencia a la corrosión será de moderada a buena. Carbono del orden de 0.08%. No se utilizan para elaborar ningún tipo de anclaje. Ejemplos: AISI 409, AISI 430, etc.

- **Aceros inoxidables austeníticos:** Es la familia con mayor número de aleaciones. Se le atribuye alta resistencia a la corrosión, por su contenido de cromo, molibdeno y cobre, buena resistencia mecánica, por su contenido en níquel y excelente soldabilidad por su bajo contenido en carbono y su contenido de titanio y niobio.

Los aceros inoxidables austeníticos los podemos dividir en tres grupos, siendo los dos primeros los aceros más utilizados para elaborar dispositivos de anclaje tanto químicos como mecánicos.

- Los aceros que pertenecen a las **Aleaciones Cr-Ni**. (16-20% de Cr y 7-12% de Ni), como, por ejemplo, los aceros AISI 304 ó EN 1.4301 y 304L ó EN 1.4307.

  Son aceros apropiados para ambientes interiores húmedos, con índice bajo de corrosividad, ya que son muy sensibles a los cloruros (esta información viene indicada en el documento DITE , en el caso de los anclajes mecánicos).

Exactamente, el acero 304 ha sido el más utilizado para la fabricación de anclajes en los últimos 20 años, pero el resultado no ha sido del todo satisfactorio por lo que muchas de las marcas decidieron cambiar a aceros capaces de resistir mejor la corrosión.

- Por otro lado, tenemos las **Aleaciones Cr-Ni-Mo**. (16-23% Cr, 10-28% Ni y 2-7 % Mo), que también puede contener cobre, titanio y niobio. AISI 316 ó EN 1.4401, AISI 316L ó EN 1.4404 y AISI 316 Ti ó EN 14571.Éstos son apropiados para ambientes internos o externos con un índice medio-bajo de corrosividad.

  En el mismo grupo tendríamos los aceros super austeníticos altamente resistentes a la corrosión. Los más utilizados son: AISI 904L ó EN 1.4539 y AISI 926 ó EN 1.4529. Están especialmente indicados para aplicaciones en ambientes altamente corrosivos, tanto de interior como de exterior.

- Por último, las **Aleaciones Cr-Ni-Mn. (**1-4% Ni, Cromo y Manganeso (5 a 20%). AISI: 201, 202.

- **Aceros inoxidables austeno-ferríticos**: También conocidos como **aceros inoxidables dúplex**. Poseen una microestructura combinada que les confiere una elevada fuerza mecánica. Debido a su alto contenido de cromo (18-25%), níquel (3-7%), nitrógeno (0.15-0.35%) y molibdeno (3-5%) presentan una buena resistencia a corrosión localizada (SCC y Pitting) y generalizada.

  Pero estas ventajas llevan aparejados una serie de inconvenientes. Por un lado, el mercado del acero dúplex es limitado, por lo que la producción se reduce a unos pocos productos. Esto hace que sea más complicado encontrar diámetros, tipos de perfiles y longitudes requeridos por los fabricantes de anclajes. Por otro lado, su alta resistencia mecánica y elevado límite elástico, superior a otros aceros, dificulta el mecanizado, por lo que las acciones de corte, prensa, doblado, o conformado en frío, resultan más

complejas. Esto significa que para proceder con garantías de éxito a su manipulación, se debe contar con recursos técnicos y de infraestructura muy específicos, por lo que la mayoría de las marcas optan por elaborar sus productos con aceros austeníticos y super austeníticos o, en su defecto, titanio. Las referencias más utilizadas son:

- Baja aleación. Acero dúplex **(2304)**, AISI S32304, EN 1.4362.
- Estándar. Acero dúplex (**2205**) AISI S32205 y AISI S31803, EN 1.4462.
- Marcas que utilizan aceros dúplex. Bolt-products y Fixe Climbing.

(Más información: Dúplex Stainless Steel Spanish)

2. LA CORROSIÓN

Una definición bastante aceptable de la corrosión es el deterioro que sufre un material a consecuencia de un ataque químico por su entorno.

Siempre que la corrosión esté originada por reacción química, la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura y de la concentración de los reactivos (el agua y las sales disueltas en ella). Otros factores, como el esfuerzo mecánico y la erosión, también pueden contribuir al proceso corrosivo.

La corrosión puede ser acuosa (húmeda), cuando la reacción química se produce en presencia de agua, o seca, cuando se produce en medios secos con altas temperaturas(oxidación). El resultado de la corrosión en el caso de los metales es que éstos se transforman en óxido.

A nosotros nos interesan aquellos tipos de corrosión que afectan a los aceros con los que se fabrican los anclajes, ya que su detección precoz puede evitar indeseadas roturas y sus nefastas consecuencias.

2.1. Categorías de la corrosión. Ambientes atmosféricos en interior y exterior

Descripción de ambientes atmosféricos típicos en interiores relacionados con la estimación de categorías de corrosividad, según EN ISO 9223:2012. Tabla C.1

Tabla corrosión 1. (C.1)

Categoría	Corrosividad	Entornos típicos - Ejemplos interior - Indoor
C1	MUY BAJA	Espacios climatizados con baja humedad y con contaminación insignificante. Oficinas, escuelas, museos...
C2	BAJA	Espacios sin calefacción con temperaturas y humedad variable. Baja condensación y contaminación.
C3	MEDIA	Espacios con moderada condensación y contaminación por procesos de producción. Procesado de alimentos, Lavanderías, Cervecerías...
C4	ALTA	Espacios con alta condensación y contaminación por procesos de producción. Plantas de procesamiento industrial, piscinas...
C5	MUY ALTA	Espacios con muy alta condensación y contaminación por procesos de producción. Minas, locales sin ventilación en zonas tropicales y subtropicales.
CX	EXTREMA	Espacios con condensación casi permanente y alta contaminación por procesos de producción. Locales zonas húmedas tropicales, con cloruros y partículas corrosivas en el aire...

Descripción de ambientes atmosféricos típicos al aire libre relacionados con la estimación de categorías de corrosividad. Según EN ISO 9223:2012. Tabla C.2

Tabla corrosión 2. (C-2)

Categoría	Corrosividad	Entornos típicos - Ejemplos al aire libre - Outdoor
C1	MUY BAJA	Zona seca y fría con muy baja contaminación. Ciertos desiertos, Ártico central y Antártida.
C2	BAJA	Zona templada, baja contaminación (SO2<5 microgramos/m3) en zonas rurales, secas y frías, con poca humedad. Zonas subárticas, desiertos.
C3	MEDIA	Zona templada, con contaminación media (SO2<5-30 microgramos/m3) en áreas urbanas. Zonas costeras con algún efecto de cloruros. Zona subtropical y tropical con baja contaminación.
C4	ALTA	Zona templada, con alta contaminación (SO2<30-90 microgramos/m3) en áreas urbanas e industriales. Áreas costeras con efectos sustanciales de cloruros. Zona subtropical y tropical con contaminación media.
C5	MUY ALTA	Zona templada y subtropical, con muy alta contaminación (SO2<90-250 microgramos/m3) en áreas urbanas e industriales. Áreas costeras con efectos significativos de cloruros.
CX	EXTREMA	Zona Tropical muy húmeda, con muy alta contaminación (SO2<250 microgramos/m3) en áreas industriales extremas. Áreas costeras con fuertes efectos de cloruros.

2.2. Factores que influyen en el proceso de corrosión

Los metales pueden volverse más vulnerables a la corrosión por distintos factores:

- **El factor humano.**

  - **Zona de aplicación ideal**: Cada metal tiene una resistencia a la corrosión diferente y, por lo tanto, una zona de aplicación ideal. Si el material elegido no es el adecuado para una zona concreta, la vida útil del anclaje puede reducirse.

    Según el tipo de acero, éstas son las zonas para las que se recomienda su uso:

    - **Aceros al carbono:** Los anclajes, elaborados con aceros al carbono, son tratados superficial mente contra la corrosión.

      1.- Electrocincado: Zona de aplicación: Interiores C1.

      2.- Sherardizado y galvanizado en caliente: Zona de aplicación: Interiores C1 y C2. Este recubrimiento daría buen resultado en zonas exteriores C1 y C2, pero las marcas no los recomiendan para estas zonas de aplicación.

    - **Aceros inoxidables:**

      1.- A2/304. Zona de aplicación: Interiores C1 y C3.

      2.- A4/316, 316L , 316Ti, 316Cu y 2304. Zona de aplicación: Exteriores C1-C3.

      3.- 2205. Zona de aplicación: Exteriores C1-C4

      4.- HCR como: 904L, 926. Zonas de aplicación. Exteriores C1-C5.

    - **Titanio:** Zonas de aplicación: Exteriores C1-CX

  - **Tensiones residuales**: Durante el proceso de fabricación (laminado, doblado, corte, soldadura), durante la instalación del anclaje (maceado con una herramienta inadecuada, par de apriete excesivo) o durante la práctica de la escalada (multi caídas continuas o caídas fuertes pueden ir fatigando poco a poco el anclaje o fatigarse de golpe). Se pueden generar tensiones en el cuerpo del anclaje que favorecen la posterior corrosión.

- **Los Factores ambientales.**

  - **Grado de acidez.** El pH de una solución se define como la cantidad de iones de hidrógeno libres en dicha solución. Si el pH es menor a 7, la solución es ácida. Esto significa que existe una concentración relativamente alta de iones hidrógeno libres en la solución, los cuales son capaces de recibir electrones para poder estabilizarse. Debido a la capacidad de aceptar electrones, las soluciones ácidas son más

corrosivas que las soluciones neutras (pH = 7) y alcalinas (pH > 7). El entorno geoquímico limita el posible rango de pH de 6.0 a 8.0, para todos los tipos de rocas.

- **Sales.** Las sales de cloruro, sulfato, carbonato y bicarbonato de sodio, calcio, magnesio, hierro y aluminio aceleran la corrosión. Pueden estar en el entorno atmosférico o mezcladas con la composición de una roca.

- **Concentración de oxígeno.** En el caso de materiales ferrosos, una elevada concentración de O2 acelera el proceso de corrosión ya que éstos carecen de capa de pasivación (aleación con Cr). Sin embargo, en los materiales pasivados, un elevado porcentaje de O2 favorece la formación de dicha capa protectora.
  En Áreas con poco oxígeno, como los espacios reducidos creados entre chapa, roca y anclaje, pueden aparecer distintos tipos de corrosión -por ejemplo, corrosión inducida por microbios y corrosión intersticial.

- **Temperatura**. La velocidad de corrosión tiende a aumentar al incrementar la temperatura debido a que se acelera la difusión del oxígeno del medio hacia el material afectado. Todas las reacciones químicas se aceleran por calentamiento y la corrosión no es diferente.

- **Distancia a la costa.** No existe, hoy en día, un criterio preciso sobre qué distancia puede considerarse como límite. Aunque la sal se puede transportar a grandes distancias hacia el interior, la cantidad que se transporta es muy pequeña. La gran mayoría de la sal se transporta como un aerosol grueso que cae a un kilómetro de la costa. Por lo general, los niveles de cloruro en un acantilado a un kilómetro tierra adentro son 1/10 si lo comparamos con un acantilado marino.

- **Precipitaciones.** Por regla general, en climas donde las precipitaciones sean abundantes siempre habrá corrosión asociada a la humedad, pues algunas partes del anclaje permanecerán durante mucho tiempo en un ambiente muy húmedo.
  Sin embargo, en zonas muy cercanas al mar, las precipitaciones frecuentes pueden disolver los depósitos de sales que se forman en algunas partes de los anclajes, ralentizando el proceso de corrosión por cloruros.

2.3. Clases de corrosión

Existen muchos tipos de corrosión. Citamos las que realmente influyen en los anclajes de escalada.

- **Corrosión generalizada:** La corrosión generalizada o corrosión uniforme.

- **Corrosión localizada:** Son los tipos de corrosión más peligrosos. Dan lugar a la formación de grietas y agujeros. Existen varias causas posibles que podemos dividir en varios tipos:

  - **Corrosión galvánica:** Este tipo de corrosión ocurre cuando dos metales distintos están en contacto. Dependiendo de qué metales sean y de la posición que ocupen en la serie galvánica determinará qué metal se corroerá y cuál no, y a qué velocidad. Aunque la corrosión galvánica a menudo puede no parecer severa, sí que los es. Existe el peligro de que el metal, que actúa como cátodo, puede fragilizarse por el hidrógeno que se difunde en el metal produciéndose una reducción en la resistencia mecánica.

    No es raro observar en alguna vía de escalada combinaciones que favorecen este tipo de corrosión. Ejemplos:

    1.- Anclaje de acero + chapa de acero inoxidable.

    2.- Anclaje de acero inoxidable + chapa de acero.

    3.- Anclaje y chapa en acero inoxidable + arandela en acero.

    4.- Anclaje y chapa en acero + arandela en acero inoxidable.

    Un concepto interesante a tener en cuenta son las áreas relativas de los dos metales. Hay una relación directa entre las áreas de los dos metales y la velocidad de corrosión.

    (Más información: Corrosión galvánica).

  - **Corrosión por picaduras (pitting corrosion)**: Se caracteriza por la presencia de pequeñas perforaciones (picaduras) en la superficie. Estas son el resultado del ataque de cloruro en la capa pasiva de los aceros inoxidables. Se acelera en condiciones ácidas. Los ambientes que contengan cloruros ácidos, como cloruro férrico y cloruro sódico propician este tipo de corrosión.

    En general, la máxima resistencia a la corrosión se obtendrá utilizando aceros especiales con contenido alto de molibdeno. PRE ("Pitting Resistance Equivalent"). La corrosión por picaduras no es tan peligrosa, pero el hecho de que puede iniciar el agrietamiento por estrés sí que lo es.

- **Corrosión intergranular**: Generalmente, las zonas corroídas son aquellas que han sido sensibilizadas por efectos de la soldadura. Una soldadura realizada a una elevada temperatura puede transformar la estructura interna del acero, agrandando el grano y uniendo el carbono al cromo, formándose carburo de cromo. Esto deja una región no pasivada que es vulnerable a la corrosión.

  ¿Cómo se puede evitar? Empleando anclajes fabricados con aceros bajos en carbono, de grado Low "L", en los que se evita la formación de carburos de cromo durante la soldadura, o con aceros aleados con Ti o Nb (aceros estabilizados). Soldadura y Corte de los Aceros Inoxidables.

- **Corrosión microbiológica (MIC)**: En realidad no es un tipo de corrosión en sí, sino que más bien es un fenómeno que facilita el desarrollo de otros procesos de corrosión. Las bacterias son los microorganismos más influyentes en este caso, por lo que también es conocida como corrosión bacteriana. Según estudios actuales, uno de los mecanismos en la corrosión por **SCC** se debe a la acción de bacterias reductoras de sulfato (SRB).

  Requisitos: Presencia de sulfatos que sirven como alimento de las bacterias y baja concentración de oxígeno (espacios entre chapa y el parabolt).

- **Corrosión intersticial.** Este tipo de corrosión se produce en algunas zonas en las que hay poco espacio, como el que se da entre la tuerca y la chapa, en donde la concentración de oxígeno es menor que en otras zonas del sistema. Este hecho provoca un proceso de corrosión galvánica. Se ha observado que las gomas negras incluidas en algunos anclajes favorecían este fenómeno.

- **Corrosión bajo tensión:** La corrosión bajo tensión, o **"tenso-corrosión"**, llamada también **stress corrosion cracking o "SCC"** se desarrolla en profundidad y de manera rápida. Se manifiesta sin previo aviso cuando el material está sometido a la acción combinada de tensión mecánica, en particular a tracción, y en un ambiente corrosivo con presencia de cloruros y sulfuros. Rara vez tiene lugar con temperaturas inferiores a 50 °C (no ambientales, sino que la roca esté a esa temperatura).

  Se hace una distinción entre el agrietamiento por corrosión bajo tensión mediada por cloruro (SCC), que no involucra bacterias, y el agrietamiento por tensión de sulfuro (SSC), que involucra bacterias. Ambos, sin embargo, son formas de agrietamiento por estrés.

2.4. Recomendaciones UIAA y ENSA

La ENSA (Escuela Nacional de Esquí y Alpinismo) y la UIAA (Unión Internacional de Asociaciones de Alpinismo), en estas tablas, nos hacen unas recomendaciones sobre los materiales más adecuados dependiendo del tipo de ambiente corrosivo.

Clases de anclajes según UIAA

Clase	Localización	Características	Materiales Potenciales
1	SCC altamente agresiva y/o en entornos corrosivos.	**Contiene SCC:** alta concentración de cloruro, sal marina + otras sales (piedra caliza / dolomita) y ambiente ácido.	Titanio de grado 2 y algunos aceros de alta gama de alta resistencia a la corrosión (HCR).
2	SCC y entornos corrosivos.	**Exepcionalmente contiene o es sospechoso de SCC:** cloruros, dentro del rango crítico de humedad relativa (RH), donde la costra de sal depositada por el viento es agresivo.	La mayoría de los aceros de alta resistencia a la corrosión (HCR).
3	En exteriores, en ambientes poco agresivos para la aparición de SCC	**Aparentemente sin SCC:** algunos agentes de corrosión.	AISI 316L y mejores. AISI 304 "no recomendado para su uso en el exterior".
4	Utilización en interiores y gimnasios.		No hay limitación con respecto a la corrosión. Anclajes interiores con proximidad a áreas industriales, piscinas o el mar puede requerir resistencia adicional contra la corrosión.

Actualmente bajo revisión.

uiaa-warning-about-climbing-anchor-failures

Clases de anclajes	Ambiente	Caracterísiticas	Materiales recomendados	Observaciones
1	Ambiente agresivo de corrosión	**La corrosión destacó** por la alta concentración de cloruros, sal marina y / u otras sales (por ejemplo, karst: piedra caliza / dolomita) y el ambiente ácido.	Calidad Titanio 2 (3.7035) y acero inoxidable 1.4565 1.4529 1.4547	Aunque el corrosión por cloruros se asocia comúnmente con los acantilados costeros, puede ocurrir tierra adentro. El viento puede causar sal a más de 100 km tierra adentro y, fuera del alcance de la brisa marina, la roca misma puede contener iones que promueven corrosión.
2	Entorno externo no lo suficientemente agresivo como para causar corrosión por cloruros	**No hay CFC resaltados y no se sospecha** que haya algunos agentes corrosivos.	1.4401 1.4404 1.4435	¡Los aceros 1.4301 y 1.4306 no se recomiendan para uso en exteriores!
3	Uso en interiores, gimnasios de escalada	**Uso en interiores, gimnasios de escalada**	No hay limitación con respecto a la corrosión.	Los anclajes utilizados en gimnasios interiores cerca de áreas industriales, piscinas o el mar pueden requerir resistencia adicional a la corrosión.

Manual Técnico. Equipamiento de escalada en sitios naturales. ENSA.

BIBLIOGRAFÍA

- **Manual Técnico. Equipamiento de escalada en sitios naturales 2018.** ENSA.
- **Recomendaciones UIAA. Corrosión.** 2019
- **Los Aceros inoxidables y la Corrosión.** RAUMER. 2013
- **APTA.** Asociación para la promoción técnica del acero. 2019
- **CEDINOX.** Asociación española para el desarrollo y la investigación del acero inoxidable.
- **INGEMECÁNICA.** Ingeniero Industrial, Hermenegildo Rodríguez Galbarro.
- **UPV.** Universitat Politècnica de València, Área de Ingeniería de Materiales.
- **BSSA**. British Stainless Steel Association.
- **IMOA**. International Molybdenum Association.
- **MEGA MEX.**
- **ACER INOX.**

AGRADECIMIENTOS

- **Vicent Joan Monleón Pérez.**
- **David Revee.**

MÓDULO 4.7

GEOLOGÍA Y EQUIPAMIENTO EN EL MEDIO NATURAL

Por: **Carlos Expósito Ceballos**

INTRODUCCIÓN

En este módulo se pretende abordar la importancia del soporte base (tipo de roca), uno de los parámetros más desatendidos en la introducción de un anclaje. A menudo recae la atención sobre el propio anclaje, pero tan importante es conocer el anclaje a introducir como el soporte donde lo establecemos, las condiciones a las que está expuesto y la durabilidad de este. No solo por el tipo de aleación del anclaje, es de vital importancia conocer las características del soporte base, su composición interna, presencia de porosidad, permeabilidad, posible concentración de escorrentía del flujo, vacuolas internas, etc. para que ambos sean afectivos. De nada sirve tener el mejor anclaje del mercado si el soporte elegido para insertarlo no es el adecuado.

A continuación, se intentan dilucidar mejor las condiciones de formación de los diferentes tipos de rocas, aludiendo a la composición química y al tipo de diagénesis que origina cada proceso, con el fin de poder estimar las propiedades mecánicas óptimas para la introducción de anclajes.

OBJETIVOS

El objetivo principal es tener un conocimiento a nivel informativo sobre las características de cada litología y realizar una buena estimación del tipo de anclaje que suplirá con garantía nuestra demanda. De este modo se pretende hacer del equipamiento en roca un trabajo seguro y efectivo, evitando el mayor número de accidentes tras la exposición ante los agentes meteorológicos.

1. EL MEDIO FÍSICO: CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE ROCAS

Para comenzar, se debe saber que nuestro planeta está conformado por muchas partes que interactúan entre sí, formando un todo complejo. De la misma forma, se deben conocer los diferentes tipos de rocas que pueden ser **rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.** Las rocas están sujetas a cambios continuos,

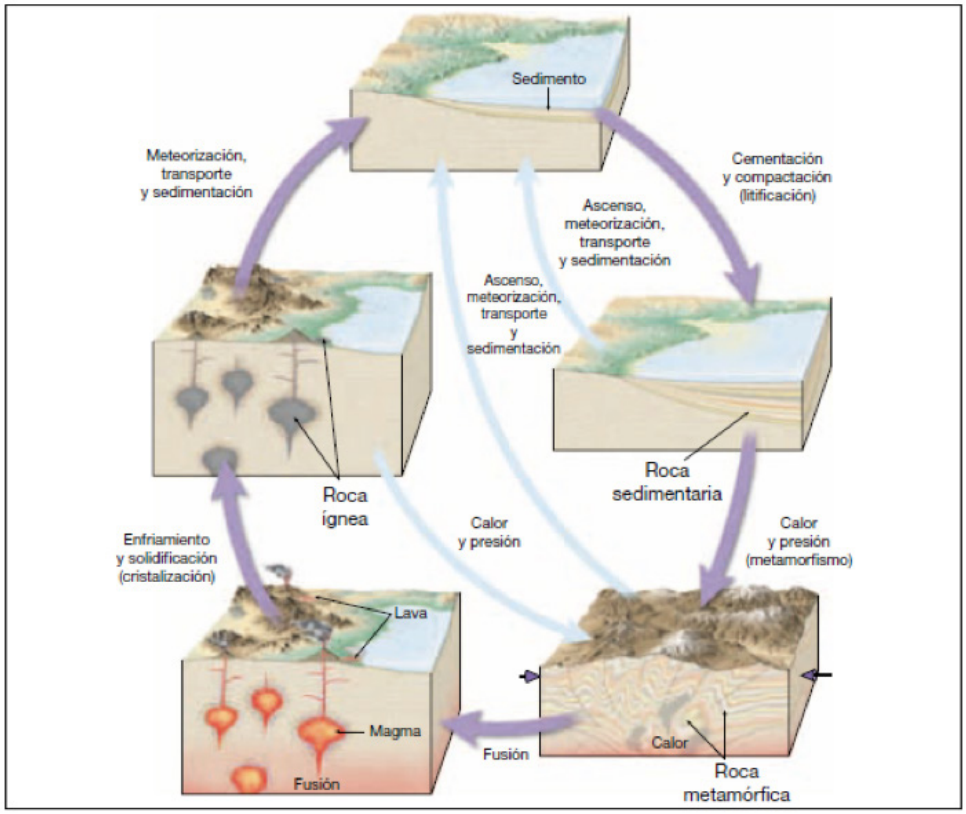


Figura 1. Bloque diagrama del ciclo de las rocas. Consideradas a lo largo de espacios temporales muy prolongados, las rocas están en constante formación, cambio y reformación. El ciclo de las rocas nos ayuda a entender el origen de los tres grupos básicos de rocas. Las flechas representan bs procesos que enlazan cada grupo con los demás. (Extraído de Tarbuc Edward y Lutgens Frederick 2005).

de forma que, una roca sedimentaria puede convertirse en metamórfica e ígnea o viceversa, como consecuencia de las condiciones a las que se vean sometidas. Esto da lugar al ciclo de las rocas (Fig. 1), que permite examinar las interrelaciones existentes entre las diferentes partes del sistema tierra. Conociendo el ciclo litológico se va a poder entender el origen de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

1.1. Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias son aquellas que han sido formadas por la acumulación de sedimentos a lo largo del tiempo procedentes de otras rocas o restos orgánicos. Corresponden al 75% de las rocas existentes en el mundo, siendo las más abundantes. Aunque todas las rocas sedimentarias tienen en común su formación por precipitación o acopio de sedimentos con su posterior compactación en mayor o menor medida (Fig. 2), podemos hablar de diferentes tipos si atendemos a la manera por la cual han sido formadas o a su composición. Los granos de una duna de arena del desierto, el lodo del fondo de un pantano, la grava del lecho de un río e incluso el polvo de las casas son ejemplos de este proceso interminable.

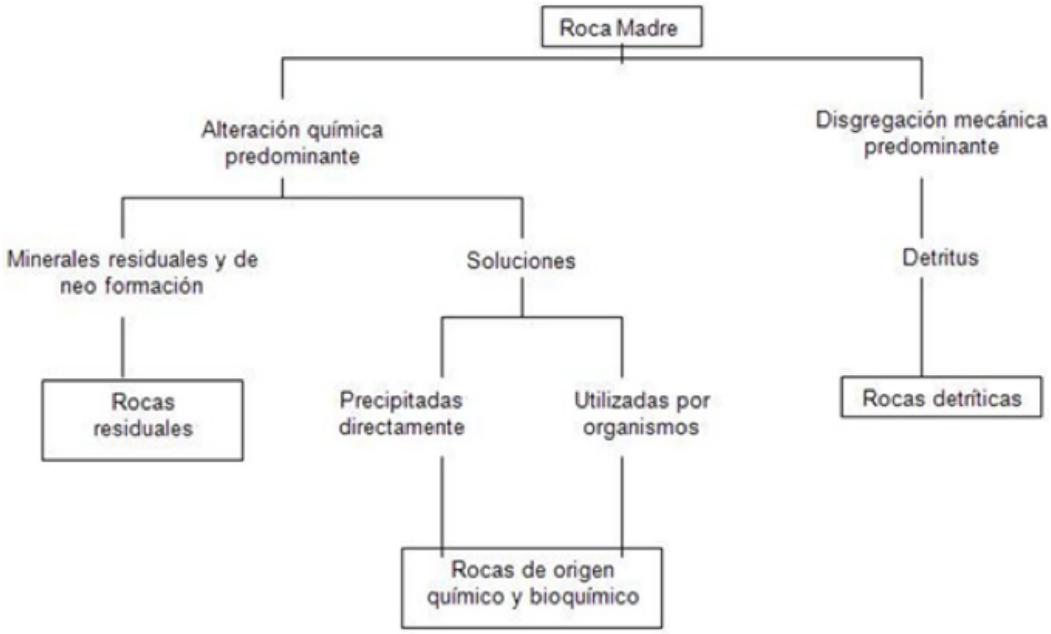


Figura 2. Procesos de formación para las rocas sedimentarias. (Extraído de Tarbuc Edward y Lutgens Frederick 2005).

1.1.1. Transformación del sedimento en roca, diagénesis y litificación

El sedimento puede experimentar grandes cambios desde el momento en que fue depositado hasta que se convierte en una roca sedimentaria y posteriormente es sometido a las temperaturas y las presiones que lo transforman en una roca metamórfica. **Diagénesis** (día: cambio; génesis: origen) es un término colectivo para todos los cambios químicos, físicos y biológicos que tienen lugar después de la deposición de los sedimentos, así como durante y después de la litificación.

El enterramiento promueve la diagénesis, ya que conforme los sedimentos van siendo enterrados, son sometidos a temperaturas y presiones cada vez más elevadas. La diagénesis se produce en el interior de los primeros kilómetros de la corteza terrestre a temperaturas que en general son inferiores a los 150 °C o 200 °C. Más allá de este umbral algo arbitrario, se dice que tiene lugar el metamorfismo y no la diagénesis.

Un ejemplo de cambio diagenético es la recristalización, el desarrollo de minerales más estables a partir de algunos menos estables. El mineral aragonito, la forma menos estable del carbonato cálcico (CaCO3). Muchos organismos marinos segregan el aragonito para formar conchas y otras partes duras, como las estructuras esqueléticas producidas por los corales. En algunos ambientes se acumulan como sedimento grandes cantidades de estos materiales sólidos. A medida que tiene lugar el enterramiento, el aragonito recristaliza a la forma más estable del carbonato cálcico, la calcita, que es el principal constituyente de la roca sedimentaria caliza.

La diagénesis incluye la litificación, término que se refiere a los procesos mediante los cuales los sedimentos no consolidados se transforman en rocas sedimentarias sólidas. Los procesos básicos de litificación son la compactación y la cementación. **El cambio diagenético físico más habitual es la compactación.** Conforme el sedimento se acumula a través del tiempo, el peso del material suprayacente comprime los sedimentos más profundos. Cuanto mayor es la profundidad a la que está enterrado el sedimento, más se compacta y más firme se vuelve. Al inducirse cada vez más la aproximación de los granos, hay una reducción considerable del espacio poroso (el espacio abierto entre las partículas). Conforme se reduce el espacio del poro, se expulsa gran parte del agua que estaba atrapada en los sedimentos. Dado que las arenas y otros sedimentos gruesos son sólo ligeramente compresibles, la compactación, como proceso de litificación, es más significativa en las rocas sedimentarias de grano fino.

La cementación es el proceso más importante mediante el cual los sedimentos se convierten en rocas sedimentarias. Es un cambio diagenético químico que implica la precipitación de los minerales entre los granos sedimentarios individuales. Los materiales cementantes son transportados en solución por el agua que percola a través de los espacios abiertos entre las partículas. A lo largo del tiempo, el cemento precipita sobre los granos de sedimento, llena los espacios vacíos y une los clastos. De la misma manera que el espacio del poro se reduce durante la compactación, la adición de cemento al depósito sedimentario reduce también su porosidad.

La calcita, la sílice y el óxido de hierro son los cementos más comunes. Hay una manera relativamente sencilla de identificar el material cementante. Cuando se trata de calcita, se producirá efervescencia con el ácido clorhídrico diluido. La sílice es el cemento más duro y produce, por tanto, las rocas sedimentarias más duras. Un color de naranja a rojo oscuro en una roca sedimentaria significa que hay óxido de hierro. La mayoría de las rocas sedimentarias se litifica por medio de la compactación y la cementación. Sin embargo, algunas se forman inicialmente como masas sólidas de cristales intercrecidos, antes de empezar como acumulaciones de partículas independientes que más tarde se solidifican.

1.1.2. Tipos de rocas sedimentarias

- **Detríticas**

  El sedimento tiene dos orígenes principales. En primer lugar, el sedimento puede ser una acumulación de material que se origina y es transportado en forma de clastos sólidos derivados de la meteorización mecánica y química. Los depósitos de este tipo se denominan detríticos y las rocas sedimentarias que forman, rocas sedimentarias detríticas. El tamaño del clasto es la base fundamental para distinguir entre las diversas rocas sedimentarias detríticas.

  Las rocas sedimentarias detríticas comunes, ordenadas por tamaño de clasto creciente son la lutita, la arenisca y el conglomerado o la brecha. Consideraremos ahora cada uno de estos tipos y cómo se forma.

Lutita: es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y el limo. **Estas rocas detríticas de grano fino constituyen más de la mitad de todas las rocas sedimentarias.** Las partículas de estas rocas son tan pequeñas que no pueden identificarse con facilidad sin grandes aumentos y, por esta razón, resulta más difícil estudiar y analizar las lutitas que la mayoría de las otras rocas sedimentarias.

Arenisca: es el nombre que se da a las rocas en las que predominan los clastos de tamaño arena. **Después de la lutita, la arenisca es la roca sedimentaria más abundante. Constituyen aproximadamente el 20% de todo el grupo**. Las areniscas se forman en diversos ambientes y a menudo contienen pistas significativas sobre su origen, entre ellas la selección, la forma del grano y la composición.

Conglomerado: consiste fundamentalmente en una grava. Estos clastos pueden oscilar en tamaño desde grandes cantos rodados hasta clastos tan pequeños como un guisante. Los clastos suelen ser lo bastante grandes como para permitir su identificación en los tipos de roca distintivos. Por tanto, pueden ser valiosos para identificar las áreas de origen de los sedimentos. Lo más frecuente es que los conglomerados estén mal seleccionados, porque los huecos entre los grandes clastos de grava contienen arena o lodo. La grava se acumula en diversos ambientes y normalmente indica la existencia de pendientes acusadas o corrientes muy turbulentas.

Brechas: si los grandes clastos son angulosos en vez de redondeados, la roca se denomina brecha. Debido a que los cantos experimentan abrasión y se redondean muy deprisa durante el transporte, los cantos rodados y los clastos de una brecha indican que no viajaron muy lejos desde su área de origen antes de ser depositados. Por tanto, como ocu-

rre con muchas rocas sedimentarias, los conglomerados y las brechas contienen pistas de su propia historia. Los tamaños de sus clastos revelan la fuerza de las corrientes que las transportaron, mientras que el grado de redondez indica cuánto viajaron los clastos. Los fragmentos que hay dentro de una muestra permiten identificar las rocas de las que proceden.

- **Químicas**

Al contrario que las rocas detríticas, los sedimentos químicos derivan del material que es transportado en solución a los lagos y los mares. Sin embargo, este material no permanece disuelto indefinidamente en el agua. Una parte precipita para formar los sedimentos químicos, que se convierten en **rocas como la caliza, el sílex y la sal de roca.**

Un ejemplo de un depósito producido mediante procesos químicos inorgánicos es el que da origen a las estalactitas y las estalagmitas que decoran muchas cavernas; otra es la sal que queda después de la evaporación de un determinado volumen de agua marina. Por el contrario, muchos animales y plantas que viven en el agua extraen la materia mineral disuelta para formar caparazones y otras partes duras. Una vez muertos los organismos, sus esqueletos se acumulan por millones en el fondo de un lago o un océano como sedimento bioquímico.

Caliza: representando alrededor del 10% del volumen total de todas las rocas sedimentarias, la caliza **es la roca sedimentaria química más abundante**. Está compuesta fundamentalmente del mineral calcita ($CaCO_3$) y se forma por medios inorgánicos o como resultado de procesos bioquímicos con independencia de su origen. La composición mineral de toda la caliza es similar, aunque existen muchos tipos diferentes. Esto es cierto porque las calizas se producen bajo diversas condiciones. Las formas que tienen un origen bioquímico marino son las más comunes.

Travertinos: (Calizas inorgánicas) las calizas que tienen un origen inorgánico se forman cuando los cambios químicos o las temperaturas elevadas del agua aumentan la concentración del carbona-

to cálcico hasta el punto de que este precipita. El travertino, el tipo de caliza normalmente observado en las cavernas. Cuando el travertino se deposita en cavernas, el agua subterránea es la fuente del carbonato cálcico. Conforme las gotas de agua son expuestas al aire de la caverna, parte del dióxido de carbono disuelto en el agua se escapa, causando la precipitación del carbonato cálcico. También es muy frecuente encontrar este tipo de roca en la parte basal de los barranco o cascadas.

Dolomía: (Calizas inorgánicas) es una roca compuesta del mineral dolomita, un carbonato cálcico-magnésico. Aunque la dolomía puede formarse por precipitación directa del agua del mar, probablemente la mayoría se origina cuando el magnesio del agua del mar reemplaza parte del calcio de la caliza. La última hipótesis se ve reforzada por el hecho de que prácticamente no se encuentra dolomía reciente. Antes bien, la mayoría es roca antigua en la que hubo tiempo de sobra para que el magnesio reemplazara al calcio.

Sílex: (Rocas silíceas) los depósitos de rocas silíceas se encuentran fundamentalmente en una de las siguientes situaciones: como nódulos de forma irregular en la caliza y como capas de roca. La sílice, que compone muchos nódulos de cuarzo, puede haberse depositado directamente del agua. Estos nódulos tienen un origen inorgánico. Sin embargo, es improbable que un porcentaje muy grande de capas de rocas silíceas precipitaran directamente desde el agua del mar, porque esta rara vez está saturada de sílice. Por consiguiente, se piensa que los estratos de rocas silíceas se han originado en gran medida como sedimentos bioquímicos.

1.2. Metamorfismo y rocas metamórficas

Las rocas metamórficas se forman a partir de rocas ígneas, sedimentarias o incluso de otras rocas metamórficas. Por tanto, todas las rocas metamórficas tienen una roca madre: la roca a partir de la cual se formaron. El metamorfismo, que significa «cambio de forma», es un proceso que provoca cambios en la mineralogía, la textura y, a menudo, la composición química de las rocas. Este tiene lugar cuando las rocas se someten a condiciones de temperaturas y presiones elevadas.

Ambientes en los que se produce el metamorfismo:

- Cuando una masa magmática intruye en las rocas, tiene lugar el metamorfismo de contacto o térmico. Aquí, el cambio es impulsado por un aumento de la temperatura en el interior de la roca huésped que rodea una intrusión ígnea.

- El metamorfismo hidrotermal implica alteraciones químicas que se producen conforme el agua caliente rica en iones circula a través de las fracturas de las rocas. Este tipo de metamorfismo suele estar asociado con la actividad ígnea que proporciona el calor necesario para provocar las reacciones químicas y hacer circular estos fluidos a través de la roca.

- Durante la formación de montañas, grandes volúmenes de rocas están sometidas a presiones dirigidas y a las elevadas temperaturas asociadas con deformaciones a gran escala, del denominado metamorfismo regional.

1.2.1. Presión y esfuerzo diferencial

La presión, como la temperatura, también aumenta con la profundidad conforme aumenta el grosor de las rocas suprayacentes. Las rocas enterradas están sometidas a una presión de confinamiento, que es análoga

a la presión hidrostática, donde las fuerzas se aplican por igual en todas las direcciones (Fig. 3A). Cuanto más se profundiza en el océano, mayor es la presión de confinamiento. Lo mismo ocurre en el caso de las rocas enterradas. La presión de confinamiento cierra los espacios entre los granos minerales, dando lugar a una roca más compacta con una mayor densidad. Además, a grandes profundidades, la presión de confinamiento puede hacer que los minerales recristalicen en nuevos minerales con una estructura cristalina más compacta.

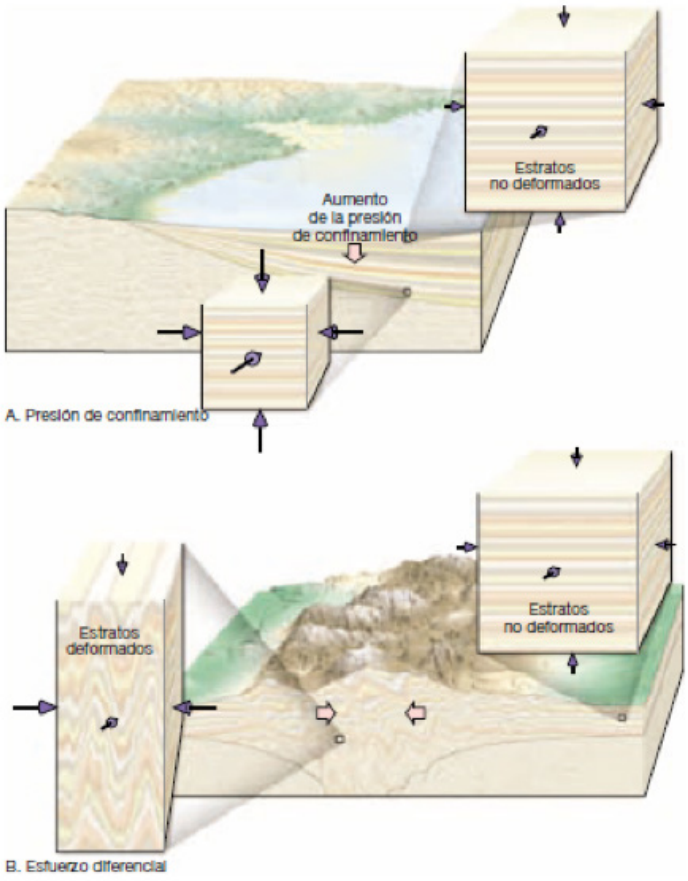


Figura 3. La presión (esfuerzo) como ambiente metamórfico. **A)** En un ambiente deposicional, conforme aumenta la presión de confinamiento, las rocas se deforman al reducir su volumen. **B)** Durante la formación de montañas el esfuerzo diferencial acorta y deforma los estratos rocosos.

A diferencia de la presión de confinamiento, que «comprime» la roca por igual en todas las direcciones, los esfuerzos diferenciales son mayores en una dirección que en las demás. Como se muestra en la Fig. 3B, las rocas sometidas a esfuerzo diferencial se acortan en la dirección de la mayor presión y se alargan en la dirección perpendicular a dicha presión.

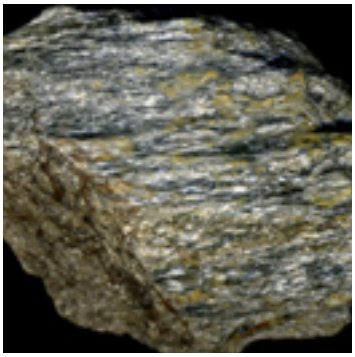
En los ambientes superficiales, donde las temperaturas son comparativamente bajas, las rocas son frágiles y tienden a fracturarse cuando son sometidas a esfuerzos diferenciales. La deformación continuada tritura y pulveriza los granos minerales en fragmentos pequeños. Por el contrario, en ambientes de temperaturas elevadas las rocas son dúctiles.

1.2.2. Rocas Metamórficas comunes

- **Rocas foliadas**

La pizarra: es una roca foliada de grano muy fino (menos de 0,5 milímetros) compuesta por pequeños cristales de mica demasiado pequeños para ser visibles, por tanto, en general, el aspecto de la pizarra no es brillante y es muy parecido al de la lutita. Una característica destacada de la pizarra es su tendencia a romperse en láminas planas. La pizarra se origina casi siempre por el metamorfismo en grado bajo de lutitas y pelitas. Con menor frecuencia, también se produce por el metamorfismo de las cenizas volcánicas. El color de la pizarra depende de sus constituyentes minerales. Las pizarras negras (carbonáceas) contienen materia orgánica; las pizarras rojas deben su color al óxido de hierro; las verdes normalmente contienen clorita.

La filita: representa una gradación en el grado de metamorfismo entre la pizarra y el esquisto. Sus minerales planares son más grandes que los de la pizarra, pero no lo bastante como para ser fácilmente identificables a simple vista. Aunque la filita parece similar a la pizarra, puede distinguirse con facilidad por su brillo satinado y su superficie ondulada. Ésta muestra pizarrosidad y está compuesta fundamentalmente por cristales muy finos de moscovita, clorita o ambas.



Los esquistos son rocas metamórficas de grano medio a grueso en las que predominan los minerales planares. Habitualmente, la mica moscovita y biotita, que exhiben un alineamiento planar que da a la roca su textura foliada. Además, los esquistos contienen cantidades menores de otros minerales, a menudo cuarzo y feldespato. Hay esquistos formados principalmente de minerales oscuros (anfíboles). Como las pizarras, el protolito de muchos esquistos es la lutita, que ha experimentado un metamorfismo de grado medio a alto durante los episodios importantes de formación de montañas.

Gneis: es el término aplicado a las rocas metamórficas bandeadas de grano medio a grueso, en la que predominan los minerales alargados y granulares. Los minerales más comunes en el gneis son el cuarzo, el feldespato potásico y la plagioclasa rica en sodio. La mayoría de gneises también contienen cantidades menores de biotita, moscovita y anfíboles, que desarrollan una orientación preferente. Algunos gneises se rompen a lo largo de las capas de los minerales planares, pero la mayoría se rompen de una manera irregular. Recordemos que durante el metamorfismo de grado alto, los componentes claros y oscuros se separan, dando principalmente a los gneises su aspecto bandeado o laminar característicos.

- **Rocas no foliadas**

La cuarcita: es una roca metamórfica muy dura formada a partir de arenisca rica en cuarzo bajo las condiciones de metamorfismo de grado moderado a elevado. Los granos de cuarzo de la arenisca se funden como briznas de vidrio. La recristalización es tan completa que cuando se rompe, la cuarcita se escinde a través de los granos de cuarzo originales, en lugar de hacerlo a lo largo de sus límites. En algunos casos se conservan estructuras sedimentarias del tipo de la estratificación cruzada y dan a la roca un aspecto

bandeado. La cuarcita pura es blanca, pero los óxidos de hierro pueden producir tintes rojizos o rosados, mientras que los granos de minerales oscuros pueden colorearla de gris.

1.3. Rocas Ígneas

Las rocas ígneas forman la mayor parte de la corteza terrestre. De hecho, con la excepción del núcleo exterior líquido, la porción sólida restante de nuestro planeta es básicamente una enorme roca ígnea parcialmente cubierta por una delgada capa de rocas sedimentarias. Las rocas ígneas (ignis: fuego) se forman conforme se enfría y solidifica una roca fundida. Abundantes pruebas apoyan el hecho de que el material parental de las rocas ígneas, denominado magma, se forma por un proceso denominado fusión parcial. La fusión parcial se produce a varios niveles dentro de la corteza terrestre y el manto superior a profundidades que pueden superar los 250 kilómetros. Una vez formado, un cuerpo magmático asciende por flotación hacia la superficie porque es menos denso que las rocas que le rodean. Cuando la roca fundida se abre camino hacia la superficie, produce una erupción volcánica espectacular. El magma que alcanza la superficie de la Tierra se denomina **lava**.

Las rocas ígneas que se forman cuando se solidifica la roca fundida en la *superficie terrestre* se clasifican como extrusivas (*ex: fuera; trudere:* empujar) o volcánicas (de Vulcano, el dios del fuego). Las rocas ígneas extrusivas son abundantes en la costa occidental del continente americano, incluidos los conos volcánicos de la cordillera Cascade y las extensas coladas de lava de la llanura de Columbia.

El magma que pierde su movilidad antes de alcanzar la superficie acaba cristalizando en profundidad. Las rocas ígneas que se forman en profundidad se denominan intrusivas (in: dentro; trudere: empujar) o plutónicas (de Plutón, el dios del mundo inferior en la mitología clásica). Las rocas ígneas intrusivas nunca se observarían si la corteza no ascendiera y las rocas caja no fueran eliminadas por la erosión.

- **Factores que afectan al tamaño de los cristales**

Tres factores contribuyen a la textura de las rocas ígneas: **(1) la velocidad a la cual se enfría el mag-**

ma, **(2) la cantidad de sílice presente**, y **(3) la cantidad de gases disueltos en el magma**. De ellos, la velocidad de enfriamiento es el factor dominante, pero, como todas las generalizaciones, ésta tiene numerosas excepciones. Conforme una masa de magma se enfría, disminuye la movilidad de sus iones. Un cuerpo magmático muy grande localizado a gran profundidad se enfriará durante un período de quizá decenas o centenares de millares de años. Al principio, se forman relativamente pocos núcleos cristalinos.

El enfriamiento lento permite la migración de los iones a grandes distancias de forma que pueden juntarse con alguna de las escasas estructuras cristalinas existentes. Por consiguiente, el enfriamiento lento promueve el crecimiento de menos cristales, pero de mayor tamaño.

Por otro lado, cuando el enfriamiento se produce más deprisa (por ejemplo, en una delgada colada de lava) los iones pierden rápidamente su movilidad y se combinan con facilidad. Esto provoca el desarrollo de numerosos núcleos embrionarios, que compiten a la vez por los iones disponibles. La consecuencia es una masa sólida de pequeños cristales intercrecidos. Cuando el material fundido se enfría rápidamente puede no haber tiempo suficiente para que los iones se dispongan en una red cristalina. A las rocas que consisten en iones desordenados se las denomina vidrios.

2. ELECCIÓN DE ANCLAJES RESPECTO A LITOLOGÍA

2.1. Resistencia de las rocas

El **esfuerzo** indica una condición de la roca en un instante y depende de las fuerzas aplicadas; la **deformación** compara condiciones en dos instantes, y concierne únicamente a la configuración de los cuerpos. La **resistencia** se define como el esfuerzo que la roca puede soportar para unas ciertas condiciones de deformación. **La resistencia de pico** es el esfuerzo máximo que se puede alcanzar y se produce para una cierta deformación a

la que se denomina **deformación de pico**. La **resistencia residual** es el valor al que cae la resistencia de algunas rocas para deformaciones elevadas. Se produce después de sobrepasar la resistencia de pico.

En condiciones naturales, la resistencia depende de las propiedades intrínsecas de la roca, cohesión y ángulo de fricción, y de otros factores externos como la magnitud de los esfuerzos que se ejercen, los ciclos de carga y descarga o la presencia de agua. Por este motivo, **la resistencia no es un valor único** intrínseco de la roca, y de aquí el interés en conocer su valor y sus rangos de variación para determinadas condiciones de los materiales rocosos.

La rotura es un fenómeno que se produce cuando la roca no puede soportar las fuerzas aplicadas, alcanzando el esfuerzo un valor máximo correspondiente a la resistencia de pico del material. Aunque generalmente se supone que la rotura ocurre o se inicia al alcanzarse la resistencia de pico, esto es una simplificación que no siempre ocurre. Tampoco la rotura de la roca tiene por qué coincidir con el inicio de la generación de los planos de fractura. **La fractura** es la formación de planos de separación en la roca, rompiéndose los enlaces de las partículas para crear nuevas superficies. Se pierden las fuerzas cohesivas y permanecen únicamente las fricciónales. En función de la resistencia de la roca y de las relaciones entre los esfuerzos aplicados y las deformaciones producidas, la rotura puede responder a diferentes modelos: **rotura frágil** (instantánea y violenta) o **rotura dúctil** (progresiva).

2.2.1. Propiedades físicas y mecánicas de un macizo rocoso

- **Procesos de meteorización**

  La meteorización es la desintegración y/o descomposición de los materiales geológicos en superficie. El término incluye todas aquellas alteraciones de carácter físico o químico que modifican las características y propiedades de los materiales. Los procesos de meteorización de las rocas dan lugar finalmente a los suelos, que pueden permanecer en su lugar de origen sobre la roca madre (suelos residuales) o pueden ser transportados como sedimentos. El grado de meteorización del material rocoso juega un papel muy importante en sus propiedades físicas y mecánicas.

La clasificación según el comportamiento mecánico de los materiales rocosos cuando presentan un grado importante de alteración sugiere el problema de considerarlos suelos o rocas. En el primer caso se infravaloran sus propiedades, mientras que en el segundo se sobrevaloran. La diferencia entre suelo y roca, según algunos autores, se establece por el grado de compactación o cementación y por la durabilidad. Los procesos de meteorización están controlados por las condiciones climáticas y sus variables de temperatura, humedad, precipitaciones, régimen de vientos, etc., que determinan el tipo y la intensidad de las transformaciones físicas y químicas que afectan a los materiales rocosos en superficie.

Las acciones de origen físico producen la fracturación mecánica de las rocas. Las más importantes controladas por el clima, en especial por la temperatura y la humedad, son: **formación de hielo, insolación, hidratación, capilaridad y formación de sales**. Por el contrario, **los procesos químicos se dan en presencia de agua y están controlados por la temperatura**, siendo más intensos y rápidos en regiones climáticas húmedas que en zonas de clima seco. Estas acciones dan lugar a la formación de nuevos minerales o compuestos a partir de los existentes. **Las más importantes son: disolución, hidratación hidrólisis y oxidación - reducción**.

Dependiendo de las características climáticas de una zona predominarán unas acciones u otras. Así, en climas fríos o de alta montaña, con precipitaciones medias, predominará la meteorización física controlada básicamente por el hielo, mientras que en climas tropicales cálidos, con precipitaciones abundantes, las acciones químicas serán las dominantes. En la Fig. 4 se incluyen los diferentes tipos de alteración predominantes y su intensidad en función de la temperatura y precipitación de una región. Los procesos de meteorización o alteración afectan tanto a la matriz rocosa como al macizo rocoso en su conjunto.

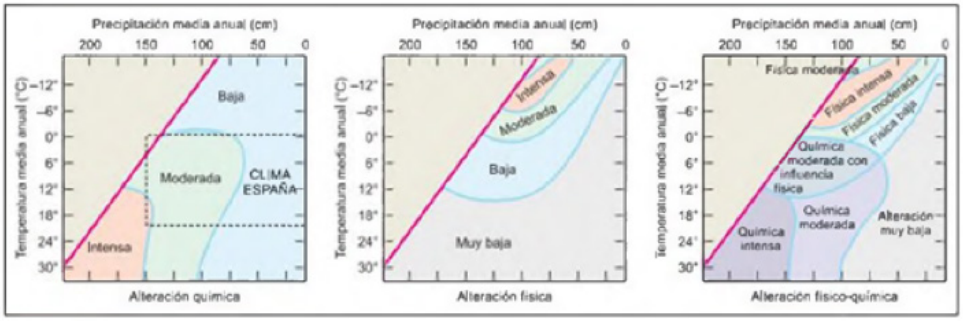


Figura 4. Relación entre el clima y los procesos de meteorización (Extraído de Emblenton y Thumer. 1979).

2.2. Clasificación de las rocas según su dureza y elección del anclaje óptimo

Las rocas se clasifican en tres grupos como hemos visto anteriormente: sedimentarias, metamórficas e ígneas. Dentro de esta clasificación, las rocas más blandas son las sedimentarias, Comenzando por las margocalizas mencionadas anteriormente pero que se componen de dos materiales principales, material detrítico y carbonato cálcico. Estas entran en una clasificación aparte, puesto que dependen del porcentaje de carbonato y material detrítico que le entre a la hora de su formación "litificación". Este subgrupo dentro de las rocas sedimentaria químicas se divide, de más dura a más blanda, en: margocalizas, calizas margosas y calizas. **Cuanto más porcentaje de carbonato tengan, más duras serán**; **por el contrario, si tienen más cantidad de material detrítico "fracción arcillas-limo" más blandas serán**. Una forma rápida para poder averiguar esto es partiendo la roca, mojándola y oliéndola. Si huele a tierra mojada es porque tiene un alto porcentaje en material detrítico.

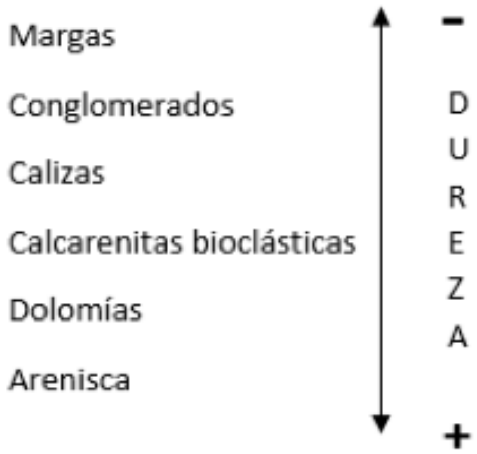
En segundo lugar, tenemos los conglomerados y brechas, pertenecientes a las rocas sedimentarias de origen detrítico. La dureza de estas depende del tipo de material que haya entrado a la hora de su formación, si los clastos son de rocas duras o blandas, y lo más importante, si la matriz que envuelve los clastos está bien litificada. Un ejemplo muy visual de conglomerados blando es Riglos, cuya matriz son unas arcillas que se deshacen fácilmente. Sin embargo, el conglomerado de Montserrat tiene una matriz carbonatada proporcionando mucha más dureza y compactación a la roca. Tras una larga experiencia en la escalada se ven muchas barbaridades equipadas en conglomerados, por eso quiero añadir que **nunca deberíamos introducir un seguro en la matriz de un conglomerado que esté compuesto por arcilla, y mínimo de una métrica 12**; es totalmente desaconsejable introducir parabolt de métrica 8. **Lo más adecuado sería poner los seguros en los clastos más grandes posibles** y valorar que están bien introducidos en la matriz.

En tercer lugar, dentro de las rocas sedimentarias tenemos las calizas y las dolomías. Normalmente las paredes que escalamos no suelen ser pura dolomía, sino calizas parcialmente dolomitizadas. Esta roca es bastante dura,

siempre que no elijamos zonas de alteración para poner un seguro o una chorrera. Es importante saber que en estas rocas se forma una capa superficial que por lo general recubre toda la roca, con mayor grosor donde más flujo de agua hay, llamada caliche o creta. Esta es una capa muy débil y fina de carbonato que se forma por la precipitación del mismo tras el flujo del agua. Mucho de los cantos más atractivos para los escaladores "regletas" están en esta primera capa superficial de pocos centímetros que acaban rompiendo. Es muy importante limpiar bien esta capa a la hora de colocar un seguro con la intención de emplazar el seguro en la roca original.

Las areniscas son rocas bastante duras, dependen del material que entre a la hora de su formación, por ejemplo, la grauvaca (un tipo de arenisca), es más dura que la arenisca como tal. En este apartado le vamos a hacer una mención especial a un tipo de roca sedimentaria llamada **calcarenita**. Estas rocas no son muy duras. Las podríamos comparar con los conglomerados, pero sus clastos son fragmentos bioclásticos. Se puede escalar en este tipo de rocas, pero a la hora de equipar es aconsejable introducir un anclaje químico o un parabolt más largo y que sea de métrica 12.

Estas rocas mencionadas anteriormente son las rocas sedimentarias más comunes en las que se practica la escalada. El tipo de dureza de cada una es muy variable dependiendo del tipo de materiales que formen su estructura a la hora de la formación. Esta es una escala de las muchas existentes, para determinar la dureza de las rocas dentro de este amplio grupo.



Dentro del Grupo de las **rocas Metamórficas,** podemos hacer la siguiente clasificación según su grado de metamorfismo (Fig. 5), lo que condiciona la dureza de la roca, por su presión y temperatura a la hora de su formación.

Hay que hacer una mención especial a las **cuarcitas.** Son rocas metamórficas de bajo grado, pero que juegan un papel distinto en su dureza debido a su composición. Están compuestas en un 90% de cuarzo, lo que les confiere una gran dureza, independientemente de su grado de metamorfismo. Esto significa que, dentro de las rocas metamórficas, son las más duras. Si vamos a equipar en una escuela cuya litología es cuarcita, debemos tener en cuenta que tardaremos más en perforar la roca y que las brocas solo nos durarán de cuatro a cinco agujeros.

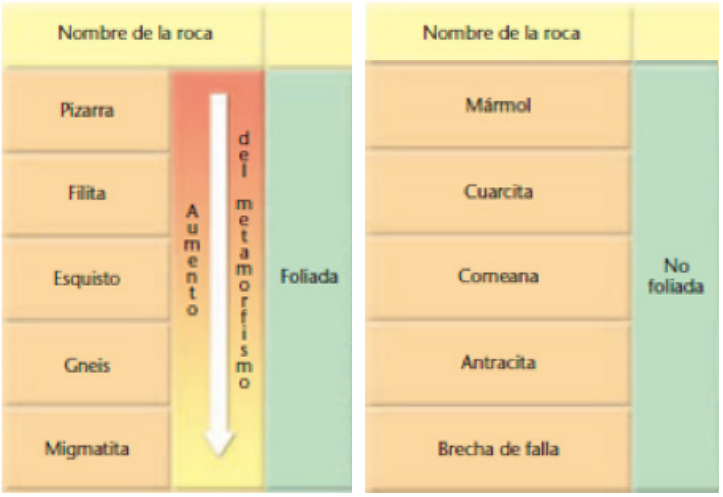


Figura 5. Orden de dureza según el grado de metamorfismo (Extraído de Tarbuc Edward y Lutgens Frederick 2005).

Dentro del grupo de las **rocas Ígneas** hay una gran variedad de rocas que merecerían un capítulo aparte. Estas rocas son de gran dureza y, como en los grupos anteriores, todo depende de su composición. Dentro de las rocas ígneas, las rocas más duras son los **granitos y las granodioritas**. Las rocas más comunes frecuentadas por los escaladores pertenecientes a las rocas ígneas son los granitos (dentro de ellos hay una gran variedad dependiendo de su composición mineralógica). Los basaltos y las ignimbritas son muy atractivos por su formación en disyunciones columnares como la Torre del Diablo en Wyoming, o las famosas ignimbritas en Chile, pero que en la península Ibérica no podemos disfrutar de su escalada.

MÓDULO 4.8

REEQUIPAMIENTOS

Por: **Pablo Santos Pérez**

INTRODUCCIÓN

Me gustaría iniciar esta introducción con un mensaje de advertencia de lo que vamos y no vamos a encontrar en este capítulo. No vamos a encontrar una guía de materiales o técnicas como ya tenemos en otros capítulos de este mismo manual en los que ya existe esa información de manera excelente, ni una guía que dé un modelo a seguir paso a paso para reequipar una vía. Lo que sí vamos a encontrar son unas directrices basadas en el conocimiento acumulado en decenas de años que se viene reequipando en España y otros países. Además, se hará referencia a lo largo del módulo a las conclusiones extraídas de la encuesta FEDME realizada entre el 9 de abril y el 9 de mayo de 2020 sobre reequipamientos a la que contestaron más de 1.000 personas entre escaladores/as, barranquistas y equipadores/as de ambos colectivos. Teniendo en cuenta todo esto, es importante matizar que vamos a entrar en un campo en el que es fácil errar y en el que no hay verdades absolutas. Como recomendación, siempre intentaremos empatizar con todas las opiniones.

Me gustaría recalcar que si no tenemos una amplia experiencia como escaladores y equipadores, plantearnos acometer un reequipamiento es una tarea muy complicada, y que quizás es mejor dejarlo para más adelante o que nos acompañe alguien con más experiencia.

OBJETIVOS

- Adquirir los suficientes conocimientos para, en primer lugar, saber si el equipador está preparado para acometer esta tarea.
- Concienciar al lector de los posibles escenarios o situaciones que debe plantearse antes de afrontar un proyecto de reequipamiento.
- Conocer posibles problemas éticos y soluciones.
- Definir un procedimiento estándar de reequipamiento.

0. CONSIDERACIONES PREVIAS

Vamos a definir lo que sería un reequipamiento o lo que se entiende como tal en el argot de la escalada.

> **Reequipamiento:** Sustitución de los seguros fijos deteriorados o en mal estado de una vía de escalada en igual proporción y ubicación al original.

Con este concepto claro a lo largo del capítulo veremos posibles casos en los que la ética, el consenso, el sentido común o las disposiciones legales pueden hacer que variemos alguno de estos parámetros, aunque es muy importante partir de esta premisa.

¿Por qué la necesidad de reequipar? Muy simple: el material se deteriora con los años y aunque cuando los aperturistas usaran lo mejor que había en su momento, cosa que no siempre habrá sido así, ningún anclaje es eterno.

Muchas de las vías de grandes zonas de nuestro país están equipadas entre **primeros de los 80 y mediados de los 90**. El Chorro, Sella, Montanejos, Cuenca, Patones, Siurana, Monserrat, Teverga o Echauri, por poner algunos ejemplos por todos conocidos, son de esa época. Eso quiere decir que hoy en día muchos de sus

seguros tienen entre 25 y 35 años. Esto sólo hablando de zonas de escalada deportiva, puesto que muchas de las grandes clásicas más frecuentadas se remontan a las décadas de los 50, 60 y 70.

Hay que contextualizar el escenario y entender que los materiales que se utilizaban en cada una de esas épocas distan mucho de los actuales. Se fue evolucionando de manera natural en función de las necesidades, empezando por clavos de todos los tipos y tamaños, caseros o fabricados ex profeso para la escalada, y tacos de madera, piedras, tuercas o cualquier otro elemento empotrado en las fisuras o debilidades de una pared por las que generalmente discurrían las vías.

Con la aparición de las "directísimas", se recurrió al uso del **Buril** de manera sistemática. Este consistía en practicar un orificio en la pared en el que introducir un tornillo de una métrica superior al agujero realizado. Con este método rudimentario se han conquistado algunas de las más bellas paredes del mundo.

El siguiente paso fueron los "**Spits**". Fue el **taco autoperforante** el que hizo dar un paso de gigante y separar la escalada clásica de la deportiva tal como la entendemos hoy. Con él ya se podían asegurar las placas de manera eficaz.

De aquí en adelante, la evolución se ha centrado en la mejora de los materiales, diámetro y longitudes de los anclajes exceptuando a los anclajes químicos, que serían la última vuelta de tuerca de la cadena evolutiva, pese a que las primeras instalaciones de los mismos ya tienen más de 30 años. Son el anclaje más fiable y duradero que se conoce. Su instalación es compleja pero, en general, es el más recomendable sobre todo para vías de escalada deportiva. No genera tensiones ni en la roca ni sobre sí mismo al no trabajar por expansión.

Spit de 8 mm como reequipamiento/refuerzo del rápel. Esto ya cumplió su función. Foto Archivo FMM.

Con todo este preámbulo ya empezamos a hacernos una idea de por qué la necesidad de reequipar las vías. **Facto-**

res como el paso de los años, oxidación, desgaste o que simplemente los seguros no son los más adecuados son motivos más que suficientes. Esta necesidad se ve contrastada por el resultado de la encuesta de la FEDME, con un 87% de respuesta a favor de los reequipamientos en vías de escalada deportiva, y un 65% en las vías de escalada clásica. Estos porcentajes ya reflejan una clara diferencia, aunque siempre parece que una amplia mayoría está de acuerdo con esta necesidad.

Vamos a separar por un lado las vías de escalada deportiva y por otro las de escalada clásica, puesto que, para llevar a cabo un reequipamiento, será más sencillo hacerlo en una zona deportiva que en una vía de pared o clásica, no sólo por el trabajo que conlleva, sino por los componentes éticos, de respeto y compromiso que pueden separar las dos disciplinas.

En primer lugar, vamos a proceder a definir la escalada deportiva actual y cuál es su idea desde que nace. Podemos decir que ***una vía de escalada deportiva busca la dificultad sea esta cual sea y tiene que garantizar la seguridad en su recorrido***. Esta afirmación está refrendada por un 80% de respuestas favorables en la encuesta. Es muy importante contextualizar esto para entender la escalada deportiva en sí misma y el tipo de equipamiento que debe llevar asociado, aunque es muy difícil generalizar puesto que existen grandes joyas de la escalada, sobre todo de las primeras épocas, en las que se fusionan conceptos y encontramos líneas que además de una dificultad muy alta también conservan un alto grado de exposición. Ejemplos de ello son algunos de los octavos de Maurizio Zanolla, con 4 seguros en 25m de placa de 8ª o vías como la mítica The Bachar-Yerian 5.11c R/X, en ambos casos joyas de la escalada. Estos ejemplos, sin embargo, son excepciones o anomalías y como tal hay que tratarlas y analizarlas de una en una, pero por suerte la generalidad no es esa.

Es muy importante dejar claro que **la distancia entre seguros** no tiene por qué estar directamente relacionada con la exposición de una vía, pues puede ser mucho más peligrosa una con los seguros relativamente cerca pero que su ubicación no sea la correcta y puedas impactar contra el suelo o repisas, que otra con los seguros más alejados pero debidamente colocados garantizando caídas limpias sin repisas ni relieves. Podemos tomar como ejemplo la conocida escuela de Orpierre, en Francia, en la que se hizo un excelente trabajo por parte del COSIROC francés. Se añadieron algunos seguros para evitar caídas al suelo en las primeras cha-

pas, pero no se intervino en los largos desplomes de alguno de sus sectores que presentan buenas distancias entre sus últimos seguros, respetando la esencia de los trazados.

Diverso material retirado en un reequipamiento. Foto colección FMM.

Con todos estos conceptos claros podemos enfocar el reequipamiento de una vía de escalada deportiva desde una perspectiva más amplia, entendiendo cómo se equipó y por qué se hizo de esa manera. ¿Fue por algo intencionado o simplemente salió así? ¿El equipador puso unos anclajes por algo en concreto o porque eran los que había en ese momento?

1. REEQUIPAMIENTO DE UNA VÍA DE ESCALADA DEPORTIVA

Para la escalada deportiva casi podríamos establecer una secuencia de trabajo que siempre empezará con estas preguntas:

1.- ¿Por qué hay que reequipar esa vía?

En los párrafos anteriores hemos presentado motivos objetivos más que de sobra para entender esa necesidad y que se pueden resumir en dos principales:

- El material que se empleó en su equipamiento está viejo o gastado y es peligroso.
- El material que se empleó en su equipamiento no es el adecuado o idóneo de acuerdo a la tecnología y conocimientos actuales.

2.- ¿Estamos preparados para hacerlo?

¿Tengo formación como escalador para tener una visión de lo que voy a hacer? ¿Tengo la formación técnica necesaria, además de la lectura de un manual?

Lo que hagamos en la roca dejará restos para siempre, así que mejor tener muy claro lo que hacemos y que unos pocos años escalando y buena intención a veces no es suficiente.

La formación en materiales y anclajes, en técnicas de instalación, en técnica de trabajos verticales, una dilatada experiencia como escalador/a y el trabajo en equipo para algunos proyectos junto a ingenieros/as, geólogos/as o biólogos/as, serán necesarios en muchos supuestos. Mucho más si estos equipamientos se hacen de manera profesional y en el marco de una relación laboral con una administración, entidad o empresa.

3- ¿Qué material voy a sustituir y cuál voy a dejar instalado?

Según los datos obtenidos en la encuesta a la pregunta de "*Según tu opinión, valorando todos los parámetros como complejidad de instalación, longevidad, coste etc., ¿cuál es tu anclaje ideal para los reequipamientos de escalada deportiva?"*, parece que el anclaje preferido es el químico inoxidable, con un 56% de respuestas frente al 28% que prefiere parabolt de 12mm ; un 12% se decanta por parabolt de 10mm; y un 4% por otros tipos.

Evidentemente, y como se ve en otros capítulos de este manual, usaremos el anclaje del material más indicado a donde estoy trabajando, sea acero inoxidable o titanio. Si vamos a reequipar una vía, no podemos usar material de segunda… Ya que hacemos un trabajo, intentaremos garantizar que sea lo más duradero posible.

Es importante destacar que los anclajes químicos, aunque muy aconsejables para los reequipamientos, son complicados de instalar y bastante lentos a la hora de su colocación. Además, hay que tener cuidado extremo con las resinas que utilizamos, su almacenamiento, manipulación, tipo, etc. Si no has instalado nunca un químico, el sitio para empezar no es un reequipamiento.

Por otro lado, el 58% de los encuestados prefieren el descuelgue cerrado sin mosquetón para un reequipamiento. En Francia, hace años que el COSIROC sólo reequipa con este tipo de descuelgues, pero creo que el factor decisivo a la hora de decidir es el mantenimiento de la zona. Si estamos reequipando

una zona en la que una entidad se preocupa del mantenimiento de las vías de escalada y hay una revisión periódica, los descuelgues de mosquetón son interesantes. Es importante que de cara al futuro el mosquetón sea sustituible, puesto que es fácil que éste se **desgaste** antes de que el resto del descuelgue esté deteriorado. Si la zona no tiene mantenimiento o no se prevé el mismo, quizá los descuelgues cerrados de doble anilla sean la mejor opción a largo plazo.

Descuelgue instalado sin la resina apropiada, con los taladros de una métrica incorrecta y con desgaste en el mosquetón de descuelgue. El giro de 90 ° del tensor se realizó con la mano antes de proceder a su sustitución. El ángel de la guardia a veces trabaja demasiado.

4- ¿Voy a variar algo de la vía o solo es un reequipamiento 1x1?

Si es un reequipamiento 1x1 todo es más sencillo. Pero si pretendo variar algo como el número de seguros o la ubicación de alguno de ellos, en primer lugar, sería interesante ponerse en contacto con el primer equipador si fuera posible y preguntar directamente por qué se hizo así y obtener su beneplácito para una posible modificación. Ésta solo estará justificada si la vía presenta una caída objetiva y potencialmente peligrosa contra el suelo o contra una repisa. Si las caídas son largas pero limpias, éticamente es una barbaridad añadir un anclaje. Este es uno de los temas más controvertidos y polémicos de un reequipamiento.

De los encuestados, el 62 % está de acuerdo en añadir o modificar el emplazamiento de algún seguro para evitar caídas al suelo o contra repisas en un reequipamiento de una vía deportiva. El 21%, si estas

circunstancias se dan en un tramo de dificultad muy inferior al de la vía, no lo modificaría, y por último el 5% no lo haría en ningún caso.

Aunque una encuesta justifique esta tendencia, si no lo tenemos claro, no podemos contactar con el aperturista o no hay alguna justificación de fuerza mayor, en un reequipamiento complejo, en el que para dejar la vía "bien" hay que mover o añadir seguros, lo más sensato puede ser no hacerlo o entender lo que supone una alteración de ese tipo.

Con todo lo enumerado hasta ahora podemos hacernos idea de cómo acometer un reequipamiento en una vía de escalada deportiva. Por suerte, aunque con ciertos matices, la mayoría de las vías están bien equipadas, con lo que será tan "sencillo" como sustituir a 1x1 con el mejor material posible y disfrutar del trabajo.

Para esas excepciones que hemos comentado antes, hay que ser muy cautos y respetuosos. Plantearse siempre si con ese añadido o cambio vamos a modificar una parte de la historia de la escalada o simplemente corregimos un error que lleva un montón de años allí. Para este capítulo y para todo lo que tiene que ver con referentes éticos es muy difícil imponer un criterio, ya que siempre habrá una escala de grises, y lo que sirve en una vía no sirve en otra.

En cualquier caso, si no vamos a dejar una vía segura y acorde con lo definido como una vía de escalada deportiva, quizás no merece la pena reequipar. Si se trata de una cuestión de seguridad, deberemos valorar más aspectos además de la ética deportiva, y sobre todo consensuar la intervención o no intervención con la mayor parte de implicados (clubes, ayuntamientos, federación, primer equipador, escaladores locales etc.)

2. REEQUIPAMIENTO DE UNA VÍA CLÁSICA

Hemos separado la escalada Clásica de las vías de escalada deportiva puesto que entramos en un terreno mucho más complejo y delicado en el que el respeto y pensarlo todo dos veces antes de hacer nada será casi siempre lo más sensato.

En primer lugar, aquí sólo un 65% está de acuerdo con los reequipamientos y un 23% no lo está. El resto no contesta. Esta cifra nos da un indicador claro de que ya hay una parte del colectivo más reacia a que se pueda intervenir sobre este tipo de vías.

Hay que volver a dejar claro de nuevo que reequipar una vía es sustituir los seguros fijos deteriorados por unos más modernos y de mejor calidad. Nunca será convertir esa vía en una vía deportiva de varios largos. Últimamente, hay una tendencia a llamarlo "restaurar" cuando la vía es una clásica en la que además de los seguros fijos tengamos que emplear nuestro material, pero el nombre sería indiferente. Personalmente, las vías de varios largos equipadas las trataría de manera sencilla: el reequipamiento siempre deberá ser 1x1, a no ser que los aperturistas, por algo, indiquen otra cosa.

Es cierto que tenemos ejemplos en los que no se ha respetado esto, pero por suerte, dentro de nuestra geografía, son pocos casos y algunos de los más célebres incluso se han vuelto a llevar a su estado original quitando todo lo añadido (primeros largos de la Rabada / Navarro del Naranjo de Bulnes). Digo en nuestra geografía puesto que en los Alpes esto sí que ha sucedido en algunas de las vías más clásicas y frecuentadas. No se han convertido en vías deportivas, pero sí se han reequipado añadiendo seguros o reforzando reuniones con seguros fijos donde antes no existían. Estas acciones han sido realizadas por la Gendarmería o por guías de montaña ya que son muy frecuentadas y se trabaja a diario sobre ellas.

A la hora de reequipar estas vías, tendremos que hacernos las mismas preguntas que antes planteamos, pero además contemplar muchas variables. Éstas pueden tener diversas soluciones y no tienen por qué ser unas mejores que otras.

Debemos tener en cuenta la cantidad de gente que frecuenta la vía en cuestión, así como la concepción con que se abrió, el permiso de los aperturistas, etc.

1- ¿Por qué hay que reequipar esa vía?

En el caso de las vías clásicas, hay que tener en cuenta, a parte de lo explicado anteriormente, que siempre, en mayor o menor medida, forman parte de la historia de este deporte y representan como era la escalada hace X años.

2- ¿Estamos preparados para hacerlo?

En este caso vale todo lo descrito para una vía de escalada deportiva, pero además deberemos tener mucha más experiencia, tanto por todos los componentes éticos y la capacidad de ver lo que estamos haciendo con perspectiva como por la complejidad técnica de reequipar en una pared. Por poner una cifra encima de la mesa, si no llevas, digamos, escaladas más de 100 vías de este estilo de escalada en varios tipos de roca, macizos distintos y a ser posible algunas fuera de nuestras fronteras, quizá es mejor no hacerlo o que nos acompañe alguien con ese perfil. Además, tenemos que estar dispuestos a "currar" de verdad puesto que portear material, cuerdas, taladro y otro material por una pared es una buena paliza. Es muy importante también no tener prisa al acometer una labor así.

3- ¿Qué material voy a sustituir y cuál voy a dejar instalado?

En este caso, el 30% se inclina por los anclajes mecánicos de métrica 12mm, el 22% por los químicos, el 18% por los anclajes mecánicos de métrica 10mm, y el resto por otras opciones.

Podemos ver que la tendencia en este caso son los anclajes mecánicos, además por logística de trabajo parecen una de las mejores opciones para este tipo de reequipamientos, recomendando que sea de métrica 12mm y el material de mayor calidad posible y perfectamente adecuado a donde se encuentre la vía, pudiendo ser sitios tan hostiles como una cara norte alpina que pasara mojada bastantes meses al año o un acantilado marino con la exposición a la corrosión que esto supone.

Una vez que tenemos claro por qué vamos a cambiar los anclajes fijos en las vías clásicas o semiequi-

padas, nos surgirán muchas más variables que tendremos que analizar una por una y no siempre tendrán la misma solución. Vamos a poner encima de la mesa algunas de las dudas más comunes y posibles maneras de solventarlas.

Spit de 10mm esperando ser sustituido por parabolt 12mm .

- En vías clásicas muy frecuentadas, **¿añadirías un anclaje fijo a la salida de las reuniones para evitar el factor 2 de caída?**

  Esta era una de las situaciones que se analizan en la encuesta. Un 45% de las respuestas fueron afirmativas. Evidentemente, la respuesta no es tan sencilla como extrapolar datos. ¿Ese seguro extra aporta algo? ¿Contamos con el beneplácito de los aperturistas? ¿Esa salida de reunión es un foco de accidentes? En los últimos años y con permiso de sus aperturistas, en algunas de las clásicas de "dificultad" de Riglos se ha hecho en algunas vías. Por el estilo de escalada o tipo de vías, entre otras cosas, es algo que tiene sentido y que en otros macizos no lo tendría

- **¿Qué hacemos con los clavos?**

  Con esto podemos escribir un capítulo entero. Hay casi tantas opiniones como escaladores y clavos en el mundo, para casi cada clavo. Cada escalador te dará una solución distinta. Desde la más radical de no tocarlos, hasta la que han adoptado en algunas vías de Alpes muy frecuentadas hartos de que después de cada invierno fueran inservibles viéndose obligados a sustituir por parabolts. Eviden-

temente, esta última opción solo podrá ser realizada por los aperturistas de la vía o por un reequipamiento institucional de un cuerpo de rescate o similar. Ante la pregunta de *Si hay que sustituir un clavo de seguro, no de progresión, ¿prefieres que sea por otro clavo o por un anclaje fijo?* El 47% contestó que prefería el parabolt y el 36% que no (los demás no contestaron).

Es un tema delicado, pero en general tenemos que pensar que muchos de los clavos que hay en clásicas con el material actual son totalmente prescindibles, poco más que piezas de museo, y para los que no lo son, deberemos tener todas estas variables en cuenta antes de decidir qué hacer.

Todas estas cuestiones y alguna otra nos surgen con los clavos de los largos pero ¿y las reuniones?

- **¿Qué hacemos con las reuniones?**

En vías clásicas muy frecuentadas de esas que se hacen todos los fines de semana, y más si son sencillas y sirven de introducción a la escalada clásica, lo más sensato es, como mínimo, añadir un parabolt de 12mm a esas reuniones. Sé que esta afirmación puede ser muy polémica, pero en estas vías la posibilidad real de un accidente serio si hacemos la peligrosa combinación de escaladores poco experimentados (que todos lo hemos sido en algún momento) y reuniones con clavos precarios, el resultado puede ser mortal. Como ejercicio de reflexión recomiendo la lectura del experimento reflejado en el libro de *Pit Schubert seguridad y riesgo* sobre los cálculos de resistencia de clavos a ojímetro.

En esta ocasión a la pregunta: *En reuniones de clásicas muy frecuentadas que cuentan con clavos pero se pueden/deben reforzar con material flotante, ¿añadirías un seguro fijo como mínimo?* Las respuestas fueron de un 47% a favor y un 39% en contra.

La conclusión más importante es que las reuniones tienen que ser sitios seguros, en función del número de personas que por ellas pasen y la experiencia o maestría que necesiten esas personas para llegar a esas reuniones. La combinación de estos factores nos llevará a tomar unas medidas u otras.

- Otra de las cuestiones que se pone encima de la mesa cuando nos planteamos el trabajo de restauración/reequipamiento de una clásica e**s qué hacer con los artificiales equipados que presentan muchas de ellas.**

Desde luego una premisa está clara. Si la vía era 6a Ae obligado a reequipar, por mucho que se pase en libre con facilidad, el tramo de Ae debe ser respetado.

Si nos metemos en un trabajo como reequipar una vía en una pared, personalmente sustituiría todos los anclajes. Hay muchos casos en los que se han dejado los viejos en las zonas de Ae o se ha cambiado cada dos viejos uno nuevo. Creo que no aporta nada. Si el aperturista metió buriles, muchas veces fue porque no tenía otra cosa. Estos tramos, cada vez en más vías, se pasan en libre, pero para su escalada normalmente la línea recta de las antiguas buriladas no suele ser lo mejor para subir en libre. Muestra de ello son vías como la Carnavalada del Pisón o Murciana del Picu, que nos obligarán a hacer grandes eses al escalarlas en libre e incluso a saltarnos vario seguros.

Preguntamos: *Ante la típica zona de Ae que se puede pasar en libre, ¿al reequipar variarías el trazado para facilitar su escalada en libre? (Siempre respetando que se pueda seguir pasando en Ae)*

El 45% dijo que sí y el 41% dijo que no. Lo realmente destacable de esta cuestión es que siempre respetemos que los tramos de Ae siempre se puedan seguir pasando en Ae. Si además al reequipar podemos facilitar algo la evolución hacia la escalada libre, siempre será interesante.

La conclusión final es que antes de acometer cualquier acción de reequipamiento nos paremos a pensarlo tranquilamente. Cuando creamos que lo hemos pensado bastante, entonces consultemos con otras opiniones, si son de los aperturistas mejor y, por último, que seamos prudentes y hagamos uso del sentido común aun siendo el menos común de todos los sentidos.

MÓDULO 5

CONSIDERACIONES LABORALES

Por: **Carlos Vidal Arqué y Paco Colomer Castelló**

INTRODUCCIÓN

Hacia finales del siglo XIX e inicios del XX ya se empezaron a utilizar técnicas de alpinismo y escalada para agilizar algunas operaciones en la industria y la construcción. Con el tiempo y la evolución se hizo necesario ordenar la situación en materia de Prevención de Riesgos Laborales sobre las técnicas de acceso y posicionamiento con cuerdas. Es así como nacieron a finales del siglo XX los conocidos coloquialmente como Trabajos Verticales y en Altura.

En este capítulo analizaremos esta cuestión y presentaremos las diferentes regulaciones del entorno laboral que pueden implicar las acciones de instalación y/o mantenimiento de un Área Vertical de Actividad Deportiva (AVAD) en situación de trabajo.

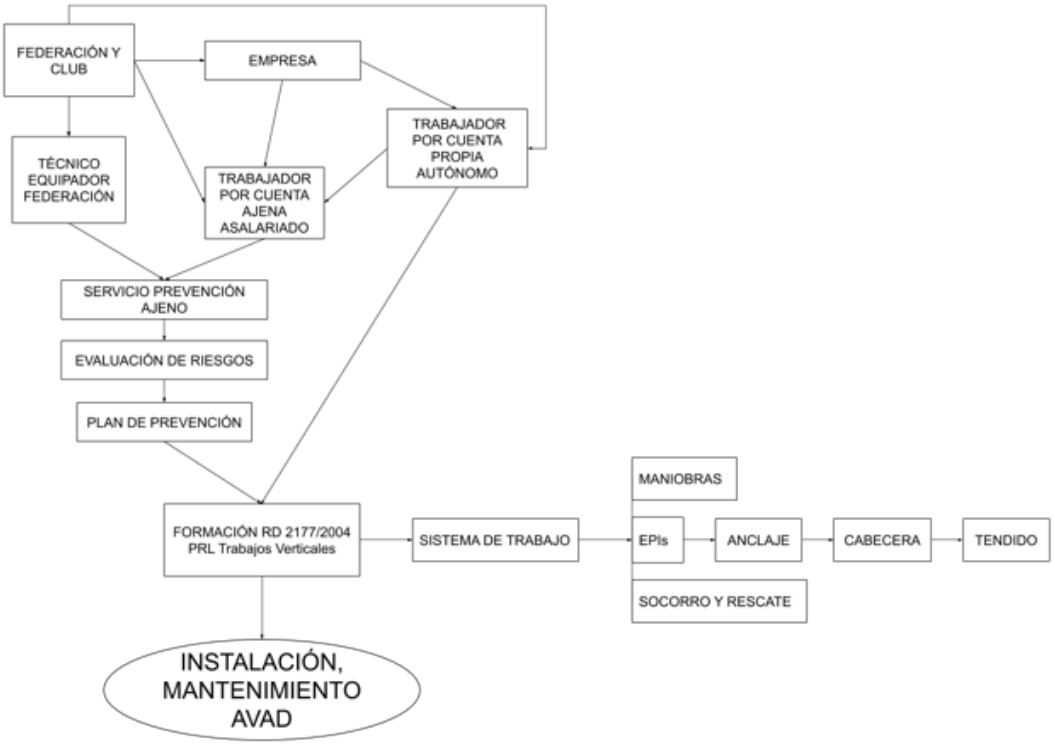
También estudiaremos diferentes consideraciones de industria sobre las instalaciones en cuanto a su trazabilidad y los supuestos de enseñanza y formación respecto a anclajes o técnicas de acceso y posicionamiento.

Finalmente, contemplaremos cómo estas consideraciones pueden ser utilizadas para inspirar medidas destinadas a mejorar y optimizar cuestiones de prevención de riesgos y optimización de las operaciones en situaciones no laborales por parte de clubes, federaciones, asociaciones o iniciativas de carácter particular.

OBJETIVOS

- Plantear las implicaciones en materia de normativa laboral de los diferentes escenarios a la hora de abordar acciones de instalación, mantenimiento de AVAD y las formaciones vinculadas.
- Presentar las características de la metodología de trabajos verticales: anclajes, cabecera, tendido, Epis, planificación del trabajo y de la situación de emergencia y rescate (procedimiento de trabajo seguro).
- Conocer las diferentes opciones de formación en Trabajos Verticales.
- Definir la terminología relacionada con las acciones de instalar y mantener las AVAD conjugando la vertiente deportiva con la profesional.

ESQUEMA



0. CONTEXTUALIZACIÓN

¿Qué es una Relación Laboral?

Las relaciones laborales son aquellas que se establecen entre el trabajo y el capital en el proceso productivo y se regula por un contrato de trabajo. Esta relación será entre el trabajador y el empleador, patronal o empresario. El trabajador siempre es una persona física, en tanto que el empleador puede ser tanto una persona física como una persona jurídica. En las sociedades modernas, las partes de una relación son formalmente libres.

¿Qué es el Voluntariado?

Voluntario es la persona que, por elección propia, dedica una parte de su tiempo a la acción solidaria, altruista, sin recibir remuneración a cambio.

1. MARCO JURÍDICO. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (PRL)

La aplicación de técnicas de alpinismo en trabajos de instalación, mantenimiento y rehabilitación urbana e industrial tuvo lugar hacia finales del siglo XIX e inicios del XX. Durante algunos años existió cierto limbo normativo sobre la regulación de las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas. A lo largo del tiempo ha habido una evolución enorme, existiendo una industria específica respecto a los popularmente denominados Trabajos Verticales y en Altura. La existencia de una ley de PRL y un RD específico ha impulsado la ordenación de los trabajos, sus formaciones, los materiales, técnicas y Epis utilizados.

El marco jurídico a contemplar es:

- **Ley 31/1995, de 8 noviembre, de prevención de riesgos laborales**. La presente Ley tiene por objeto promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el

desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados de cualquier trabajo.

- **Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, en cuya modificación de 2004 por el RD 2177/2004, de 12 de noviembre, pasa a incorporar regulación básica en lo que a "Técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerda y Trabajos en Altura" se refiere. Se incluyen disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura.

  En éste se regula la **utilización de equipos** para trabajos temporales en altura: escaleras de mano, andamios, y los trabajos verticales o en suspensión, a los que se refiere como "técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas".

  En su escaso articulado (4.4.1. y 4.4.2 del Anexo II), el Real Decreto regula aspectos de los trabajos verticales, tales como la **composición del sistema, la planificación del trabajo, el autorrescate, y la formación**.

Los aspectos más importantes a contemplar serán las **disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura**:

- Cuando exista un riesgo de caída de altura de más de dos metros, los equipos de trabajo deberán estar formados por mínimo 2 personas.
- La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador (sistema anticaídas).
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador tendrán que estar sujetos al arnés o por otros medios adecuados.

El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

2. SERVICIO DE PREVENCIÓN AJENO

Un Servicio de Prevención Ajeno es una empresa dedicada a la Prevención de Riesgos Laborales (PRL) que cuenta con una acreditación oficial para poder asesorar, gestionar, evaluar, planificar y adaptar las operaciones de empresas y organizaciones para el cumplimiento de todos los requisitos marcados en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Las empresas deben cumplir con la legislación marcada en materia de Prevención de Riesgos Laborales y algunas tienen la obligación de contar con un Servicio de Prevención Ajeno que garantice la seguridad y la salud de sus trabajadores:

- Organizaciones en las que la designación de uno o varios trabajadores sea insuficiente y no cumplan con los requisitos necesarios para poder constituir un servicio de prevención.
- Organizaciones que no quieren constituir un servicio de prevención propio.
- Organizaciones en las que el empresario asume parcialmente las obligaciones preventivas.

En el caso de que el empresario quiera asumir personalmente la actividad preventiva, los requisitos son tener menos de 6 trabajadores y que las actividades que lleve a cabo no se consideren de especial peligrosidad y que no esté incluida en el Anexo I del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, siempre que tenga la capacitación necesaria y esté presente de forma habitual en el centro de trabajo.

Un trabajador autónomo, una asociación, club u organización sin ánimo de lucro estarán exentos de contar con los servicios de un SPA, aunque la obligatoriedad de velar por la seguridad propia y de las personas implicadas en la organización sí sugiere como buena medida contar con éste.

3. FORMACIÓN: TIPOS Y CONTENIDO

Hoy en día existe una oferta muy variada y heterogénea de formaciones de cara a certificar que los trabajadores han recibido la formación basada en los siete puntos establecidos en el art. 4.4.1.f) del Anexo II del RD 1215/1997:

"Se impartirá a los trabajadores una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada en particular a:"

1. Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
2. Los sistemas de sujeción.
3. Los sistemas anticaída.
4. Las normas de cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
5. Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
6. Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas adversas.
7. Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

No obstante, el RD No especifica quién puede impartir esta formación, ni tampoco habla de niveles formativos o grados de experiencia, ni de horas mínimas o reciclajes.

Otra de las consideraciones que puede ser interesante tener en cuenta es la que dice que el trabajo debe organizarse y planificarse de tal manera que se pueda garantizar el rescate y socorro en el menor tiempo posible.

De esto se concluye que seleccionar una buena formación será el aval para poder generar las máximas garantías de poder realizar un rescate y socorro en el menor tiempo posible. Sobre todo, si tenemos en cuenta lo remoto de los sitios donde se van a realizar los trabajos de instalación y mantenimiento de las AVAD, y donde el acceso de los cuerpos de rescate tardará más tiempo que en un contexto urbano.

Tipos de formación

Existen varias asociaciones dedicadas a la promoción e impartición de cursos de formación en técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas: SFETH (Francia), SOFT (Noruega), FISAT (Alemania), SPRAT (USA)... Tomaremos como ejemplo la Asociación Nacional de Empresas de Trabajo Vertical y en Altura de España (**ANETVA**) y la Industrial Rope Access Trade Association (**IRATA**) de carácter internacional.

- El sistema formativo está estructurado en 3 niveles de capacitación.
- La duración mínima de la formación en cada nivel es de 40 horas repartidas entre 5 o 6 días.
- Para poder subir de nivel es requisito obligatorio esperar entre 6 meses y 1 año, y acumular al menos entre 600 y 1.000 horas de trabajo real utilizando técnicas de suspensión.
- Exige reciclaje cada 2 años y un mínimo de horas trabajadas para mantenerse en el nivel.
- La metodología de trabajo y rescate está estandarizada y se forma sobre protocolos cerrados, donde todos los operarios llevan la misma selección de EPIs y son conocedores de las mismas maniobras.

Niveles de capacitación y competencias

Cada uno de los niveles en los que se estructuran las formaciones ofrece una serie de conocimientos y maniobras que se traducen en unas competencias reconocidas por la asociación emisora. Son de obligatorio cumplimiento según la normativa interna de dichas asociaciones.

De este modo, un equipo de trabajo bajo metodología IRATA o ANETVA estará formado por 2 o 3 operarios en función de la complejidad y riesgos de las tareas a realizar. Generalmente, habrá un operario de nivel 1 y otro de nivel 2 en la zona de trabajo. Previamente un nivel 3 habrá diseñado y validado el sistema de instalación de cuerdas y el sistema de rescate. En función de la complejidad y riesgos de las tareas a realizar, el técnico de nivel 3 estará presente o no durante la totalidad de las operaciones.

- **Técnico Nivel 1**
  - Realización de maniobras básicas.
  - Supervisión del propio equipo.
  - Ayuda a instalar tendidos de cuerda y otras operaciones.
  - Capaz de realizar rescates básicos en descenso.
  - Ayuda en operaciones de rescate.
  - Siempre con supervisión de técnico de nivel 3.

- **Técnico Nivel 2**
  - Mismas capacidades y conocimientos del nivel 1.
  - Capaz de montar instalaciones más complejas: líneas tensadas, fraccionamientos y desvíos.
  - Capaz de realizar rescates complejos.
  - Capaz de montar y poner en práctica sistemas de desplazamiento de cargas.
  - Siempre con supervisión y control de nivel 3.

- **Técnico Nivel 3**
  - Se responsabilizará de la comprensión y aplicación de los procedimientos de acceso por cuerda, la metodología y la evaluación de riesgos.
  - Tendrá las mismas capacidades y conocimientos de los niveles 1 y 2.
  - Está familiarizado con las técnicas, normativa y legislación vigente.
  - Amplio conocimiento de técnicas avanzadas de instalación y rescate.
  - Titular de certificado de primeros auxilios.

4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Se entenderá por **EPI (Equipo de Protección Individual)** cualquier dispositivo o medio que vaya a llevar o disponer una persona con el objetivo de que la proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y su seguridad.

También se considerará EPI al conjunto formado por varios dispositivos o medios que el fabricante haya asociado de forma solidaria y los componentes intercambiables de un EPI que sean indispensables para su funcionamiento correcto y se utilicen exclusivamente para dichos EPI.

Los EPI deben utilizarse como parte de un programa global que abarque la evaluación completa de los peligros, la selección y adecuación correctas del equipo, la formación y la educación de las personas que han de utilizarlo y las operaciones de mantenimiento y reparación necesarias para mantenerlo en buen estado de servicio.

Los EPI deberán utilizarse cuando existan riesgos que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo. Todos los EPIs deben ir obligatoriamente acompañados de un folleto informativo del fabricante donde deberán constar:

- Nombre y dirección del fabricante y/o de su mandatario en la CEE.
- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
- Accesorios que se pueden utilizar en los EPI y características de los repuestos adecuados.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso.
- Fecha o plazo de caducidad de los EPIs o de algunos de sus componentes.
- Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.
- Explicación de las marcas, si las hubiere.
- Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de los EPIs.

- Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la o las lenguas oficiales del Estado miembro destinatario.

Los EPIs para trabajos en altura o que requieran de acceso y posicionamiento mediante cuerdas serán **dispositivos de seguridad incluidos dentro de categoría 3 (protección frente a riesgos graves o muy graves)**. En concreto, los EPIs que forman parte del equipo así como la normativa UNE que los regula son los siguientes:

Cabecera	1	Dispositivo de Anclaje	EN 795
Sistema de Suspensión [S]	2	[S] Cuerda semiestática	EN 1891
	3	[S] Descensor	EN 12841-C
Sistema Anticaídas [A]	4	[A] Cuerda semiestática	EN 1891
	5	[A] Anticaída	EN 12841-A
	6	[A] Elemento de amarre	EN 354
	7	[A] Absorbedor	EN 355
Arnés	8a	Posicionamiento	EN 813
	8b	Suspensión	EN 358
	8c	Anticaídas	EN 361
Otros	9a	Casco	EN 12492
	9b	Linterna frontal	
	10	Conectores	EN 362
Equipo auxiliar (no Epi)	11a	Bloqueador (de pie)	
	11b	Bloqueador (de mano)	EN 12841/B EN 567
	11c	Bloqueador (de pecho)	EN 12841/B EN 567

Selección de EPIs. Foto: Colección Tienda Altitud.info

5. SISTEMA DE TRABAJO

El sistema de trabajos verticales estará formado por dos cuerdas independientes para cada operario, con puntos de anclaje también independientes. Este detalle hace que el operario lleve la seguridad anticaídas incorporada, pero también implica que disponga de la formación adecuada para poder utilizar estos sistemas con garantías de seguridad.

Para la composición del sistema de trabajo en suspensión, hace falta un sistema de mínimo 2 cuerdas: una para el acceso y posicionamiento del trabajador que llamaremos sistema de suspensión [S] como medio de acceso, de descenso y de apoyo; y un segundo sistema destinado a proteger al operario del riesgo de caída a distinto nivel como medio de emergencia que denominaremos sistema anticaídas [A] .

Para estudiar cada uno de los elementos que forman parte de esta cadena, podemos subdividir todo este esquema en tres zonas o áreas diferentes:

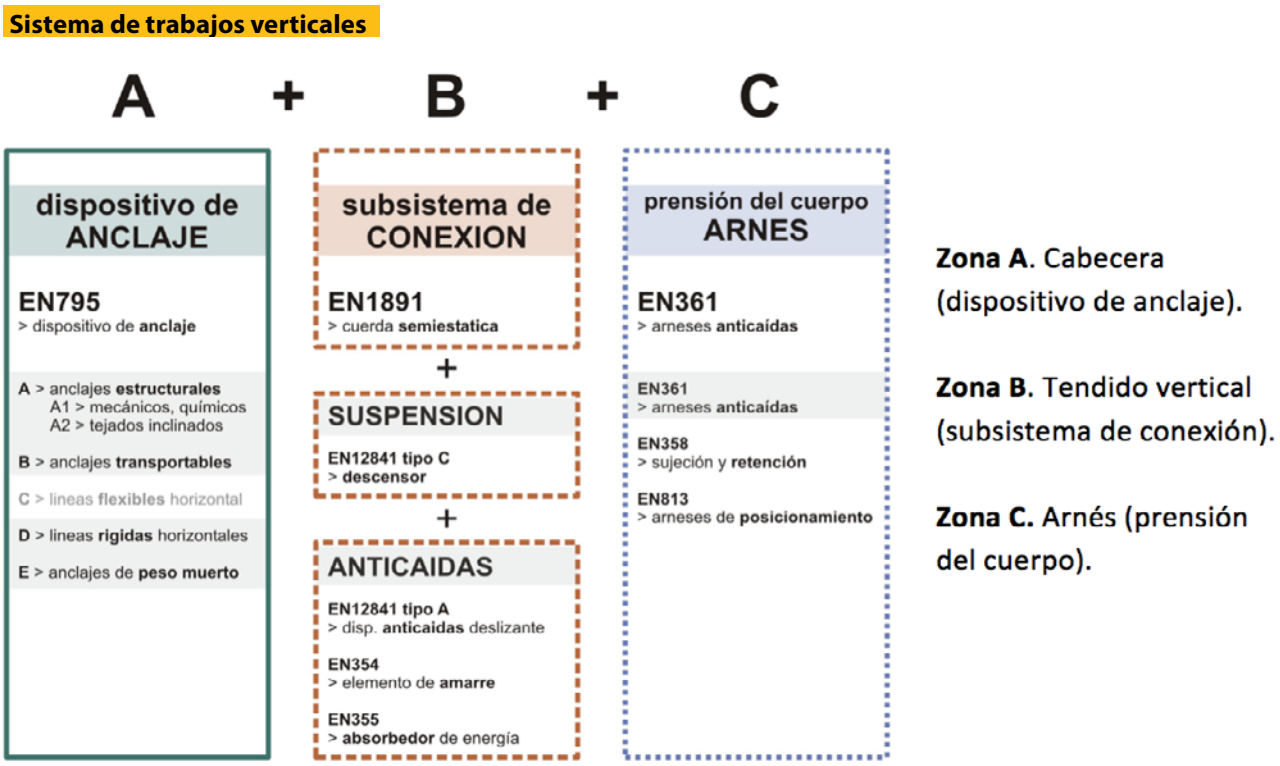


Imagen: Colección César Daniel Sirvent. Empresa Altur

El Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura, define los elementos básicos que deben existir en cada una de las dos cuerdas que componen el sistema de acceso, posicionamiento y anticaídas:

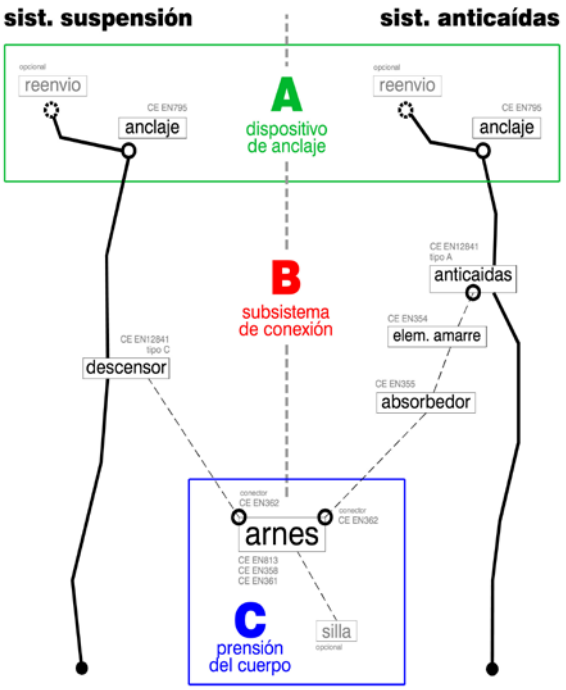


Imagen: Colección César Daniel Sirvent. Empresa Altur

En la primera zona (A) encontraremos **la cabecera que es el área donde se produce el anclaje del sistema de trabajos verticales a un soporte (la roca en nuestro caso)**. Diferenciaremos el soporte (elemento al que se fija un dispositivo de anclaje), y punto de anclaje que viene regulado por la normativa EN 795. De los cinco tipos que describe la norma, el sistema de trabajos verticales puede fijarse a cualquiera de ellos a excepción del tipo C (líneas flexibles horizontales), que no está diseñado para el trabajo en suspensión.

El soporte al cual se fija el dispositivo de anclaje no se encuentra sujeto a normativa. Si existen dudas acerca de la resistencia y viabilidad del soporte se deberán realizar ensayos y pruebas de carga para certificar la aptitud.

Por último, suele recurrir a la ejecución de un reenvío. Se trata de un segundo anclaje (no obligatorio) a otro soporte independiente, situado generalmente tras el anclaje principal, y con la misión de ofrecer una seguridad adicional en caso de fallo de este primer anclaje.

La segunda zona (B) del sistema de trabajos verticales corresponde al denominado subsistema de conexión, y comprende el tendido vertical de cuerdas y todos los elementos auxiliares que enlazan con el arnés del operario.

El sistema de trabajos verticales dispondrá de una cuerda de trabajo o suspensión [S] que estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. **El sistema dispondrá de una segunda cuerda de seguridad o anticaídas [A]** que estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.

La tercera zona será la del arnés que es el punto en el que confluyen los dos sistemas: suspensión y anticaídas, por lo que cumplirá simultáneamente con las normativas que afectan a ambos.

Consideraciones especiales y otras maniobras

Acceso desde abajo o escalada: en las zonas donde no sea posible acceder con seguridad por medios sencillos, el sistema de trabajos verticales deberá sufrir modificaciones. Por ejemplo, cuando no sea posible llegar a la zona de cabecera donde fijar los anclajes donde instalar el tendido de trabajo, se deberá establecer otro procedimiento de progresión ascendente que implica la utilización de una sola cuerda anticaídas junto con diversos elementos específicos: estribos, elementos de amarre con disipadores de energía, anclajes portátiles, etc.

Pasamanos o líneas de vida horizontales: Se utilizará una sola cuerda en lugar de dos "en **circunstancias excepcionales en las que la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo**", tal y como describe el propio apartado 4.4.2 del Anexo II del RD 1215/1997. Es el caso de planos inclinados o taludes con escasa pendiente. En estas situaciones, dicha cuerda única realizará a la vez la función de sistema de suspensión y anticaídas del trabajador, y el procedimiento deberá estar justificado por el estudio de evaluación de riesgos.

En algunas ocasiones con **riesgos añadidos** como los trabajos en espacios confinados, los riesgos térmicos y de corte, o en presencia de agua con el riesgo de ahogamiento, además del sistema de suspensión y anticaídas se deberá prever un s**istema de rescate adaptado a la situación** pero que sea igualmente rápido y efectivo. Por ejemplo, un mecanismo de evacuación mediante polipasto conectado permanentemente al arnés del trabajador.

6. GARANTÍAS DE LA INSTALACIÓN: PROYECTO, MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN

En contexto industrial es habitual trabajar sobre anclajes anticaídas específicos para los EPI o sobre líneas de vida (horizontales, verticales, colgantes o en pendiente), trípodes, rescatadores y retráctiles que permanecen instalados de manera fija en el punto de trabajo. Son elementos homologados y su instalación quedará certificada de modo que se puede garantizar su seguridad.

Es tan importante el hecho de que un equipamiento cumpla la normativa en el **momento de adquirirlo e instalarlo**, como en el de **su mantenimiento y revisión**. Para todo esto es crucial registrar todas las acciones que se realicen en informes para disponer de un histórico de seguimiento y trazabilidad. Es imprescindible disponer, registrar y mostrar las informaciones al respecto de un modo simple para la consulta por parte de todos los interesados.

Dichas actuaciones aseguran un óptimo nivel de prestaciones y de seguridad prolongando, así mismo, la vida útil del equipamiento hasta los máximos estipulados por cada fabricante.

En una fase inicial de una instalación destinada a permanecer fija, contará con una planificación recogida a modo de **Proyecto** que incluirá una memoria con los cálculos y justificaciones de la instalación y los permisos correspondientes, así como con las indicaciones del fabricante incluidas en las instrucciones de sus productos.

Este proyecto irá acompañado de una ficha técnica del producto junto con las instrucciones de uso presentes al lado de la instalación, de modo que todos los usuarios tengan la información accesible *in situ*.

La Certificación es el proceso llevado a cabo por una entidad reconocida como independiente de las partes interesadas mediante el que se manifiesta la conformidad de una determinada empresa, producto, proceso, servicio o persona con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas.

Paralelamente, suele acompañarse la documentación de la instalación con un **Plan de Mantenimiento** donde se contemplan y temporalizan las acciones de **Inspección** y posibles actuaciones predictivas,

preventivas o correctivas. Es importante contemplar las medidas de mantenimiento recogidas en el Plan de Mantenimiento de un modo alineado con las instrucciones del fabricante y el instalador.

La actual normativa dicta que la **Inspección** sea efectuada con periodicidad anual y por una persona competente. Los fabricantes han tomado 2 posturas respecto a quién consideran "competente" para realizar las inspecciones, mantenimientos y certificaciones de las instalaciones. Existe una opción que deriva la posibilidad de revisión a cualquier persona que decida asumir la responsabilidad de la misma, y un segundo grupo que exige que la persona haya sido formada por el propio fabricante, lo cual ha de quedar reflejado en un certificado con fecha de caducidad.

La Trazabilidad es e*l conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros y acciones en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.*

La aplicación de esta metodología es de interés directo para todos los implicados en el uso y la gestión de las instalaciones, y de un modo más importante cuando haya varias personas o entidades involucradas en su construcción, certificación, mantenimiento e inspecciones. De nuevo remarcar la importancia de conocer y registrar todos los acontecimientos sucedidos en la propia instalación desde su origen hasta el final de su vida.

Es una herramienta muy funcional que acotará las responsabilidades de cada uno de los implicados en las distintas fases de vida de un producto.

Este concepto es igualmente utilizado para conocer qué le ha pasado a cualquier EPI, del inicio hasta el fin de su vida útil, desde su fabricación, distribución, compra y uso hasta el final, de modo que nos facilitará su control y gestión mediante un registro formal y sistemático. Cada vez mayor número de implicados exigen documentación relativa a la "Entrega de EPI" y la acreditación de sus "Revisiones Periódicas".

7. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

En general, cualquier protocolo de emergencia toma como base el P.A.S. (Proteger + Avisar + Socorrer) para desarrollar las adaptaciones a cada situación. Sería conveniente que todos y cada uno de los trabajadores estuvieran informados sobre las implicaciones de cada paso.

- **P** de **PROTEGER**: Antes de actuar, hemos de asegurarnos de que tanto el accidentado como nosotros mismos estamos fuera de todo peligro.
- **A** de **AVISAR**: Llamar al número de emergencia 112, para inmediatamente empezar a socorrer en espera de ayuda.
- **S** de **SOCORRER**: Una vez hemos protegido y avisado, procederemos a actuar sobre el accidentado reconociendo sus signos vitales: 1. Conciencia, 2. Respiración y 3. Pulso, siempre por este orden.

Debido a las características singulares de los Trabajos Verticales, consideraremos el rescate como necesario y deberemos **afrontarlo de manera autónoma**. En trabajos verticales, el autorrescate consiste en organizar y llevar a cabo el eventual rescate de un compañero herido en suspensión, sin la posibilidad de contar con medios externos en la fase S (Socorro).

Maniobra de rescate. Selección de EPIs.
Foto: Colección Tienda Altitud.info

Tanto la formación, como la planificación de los protocolos de trabajo, la selección y homogeneización de los EPIs y la ejercitación periódica serán muy importantes para

garantizar que, en caso de accidente, los operarios implicados puedan organizar un rescate en el menor tiempo posible, para no poner en peligro al accidentado, tal como recoge el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. La necesidad de atender y evacuar con urgencia a un operario accidentado para evitar que se llegue a producir el citado trastorno implica que los operarios especialistas en trabajos verticales nunca deben trabajar solos. Este es uno de los motivos por los que un equipo básico de trabajo vertical se compondrá siempre de dos operarios como mínimo.

Existen multitud de técnicas y sistemas diferentes para proceder a la evacuación del accidentado de forma rápida y segura. La selección de una u otra dependerá de las circunstancias concretas de cada situación.

En general, todas las medidas preventivas y las necesidades de rápida evacuación se generan de las consecuencias del conocido como síndrome del arnés, que es una patología producida por la suma de dos factores: la suspensión prolongada sobre las cintas del arnés y la inmovilidad. Estas dos circunstancias coinciden en caso de que se produzca un accidente y el operario quede inconsciente.

La presión de las cintas del arnés compromete la circulación sanguínea (especialmente de las piernas), ocasionando falta de retorno venoso, déficit de oxígeno y acumulación de sustancias tóxicas, generándose daños al cerebro y a los riñones, lo que provoca a medio y largo plazo el conocido como shock hipovolémico. Por otro lado, se pueden generar problemas derivados de la liberación repentina de la presión sanguínea acumulada en caso de realizar una evacuación de modo incorrecto.

8. BIBLIOGRAFÍA Y AGRADECIMIENTOS

Bibliografía consultada:

- Prevención y seguridad en trabajos verticales. Manuales Desnivel. Autor Jon Miren Redondo Plaza.

- Nota técnica del Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación. Control y supervisión de los trabajos verticales. César Daniel Sirvent Pérez. Alicante. Empresa Altur Trabajos Verticales.

Agradecimientos a:

- Paco Colomer: Gerente de Altitud Trabajos Verticales y Altitud Shop. www.altitud.info
- Alberto Sánchez: Miembro del Comité Seguridad FEDME y Gerente de Servicio de Prevención Ajeno.
- Carlos Martínez: Técnico Deportivo y Técnico en Trabajos Verticales SPRAT.

PARTE ESPECÍFICA

ESCALADA

Por: **Pedro Pons Alemán, Miguel Seoane Álvarez y Eduardo De Deus Rodríguez**

INTRODUCCIÓN

La escalada deportiva en roca es sin duda una de las actividades de montaña que más anclajes perforados fijos utiliza para su práctica. El uso de dichos anclajes no es arbitrario y está circunscrito a una de las metas de la actividad, la creación de vías de escalada que supongan un reto para sus creadores y para cualquiera que las intente. Está actividad, a lo largo de su corta historia, ha sido modulada por sus propios practicantes, lo que ha generado una gran variabilidad en los itinerarios que podemos encontrar, con diferentes tipologías de anclajes, de riesgos, de calidades de roca, de entornos... En definitiva, con escaladas que proporcionarán diferentes vivencias y emociones según a quién y cuándo.

Este capítulo pretende ser una herramienta abierta que no coarte la libertad y creatividad de la que hace gala esta práctica físico deportiva en un entorno natural y mutable, ya que esto iría en detrimento de la propia escalada. Esperamos desde aquí generar un conocimiento que ayude a un equipamiento consciente y respetuoso con la propia actividad, su evolución desde sus más directos creadores y su entorno.

OBJETIVOS

- Definir el equipamiento como parte integral de la práctica deportiva de escalada en roca.
- Posibilitar la valoración de aspectos que definen la tipología de las vías: posibles usuarios, localización, dificultad, aspectos deportivos, usos y costumbres locales, riesgos…
- Especificar las diferentes técnicas de acceso usadas en el equipamiento de vías desde un punto de vista deportivo, su interés e idoneidad según el objetivo buscado.
- Facilitar criterios de elección de los diferentes tipos de anclajes y descuelgues según tipo de vía.
- Sintetizar los diferentes objetivos conseguidos según como se dispongan los anclajes atendiendo a su accesibilidad, visibilidad o distancias entre ellos.
- Explicar los diferentes niveles de adecuación de la roca, así como las técnicas, materiales y herramientas utilizados para ello.
- Recopilar los principales usos y costumbres actuales de la escalada en roca para que quien equipa o reequipa pueda tener una conducta éticamente apropiada.

1. LA ESCALADA Y SUS MODALIDADES

1.1 Definición de escalada

La escalada en roca se puede definir como una actividad físico deportiva que consiste en subir, trepar por las diferentes formaciones rocosas que encontramos en la naturaleza y que requieran para ello el uso de pies y manos u otras partes del cuerpo.

Dentro de esta práctica encontramos diferentes modalidades, que vienen diferenciadas por:

- Características de la formación rocosa (longitudes, calidad o estabilidad…).
- Meta (culminar la formación rocosa en sí o utilizarla como terreno de juego sin tener como objetivo su cumbre).
- Ubicación y accesibilidad.
- Tipo de elementos artificiales usados para la protección y/o progresión.
- Reglas/tendencias de juego específicas para cada modalidad. Creadas y aceptadas por los propios escaladores, estas reglas son conocidas por los practicantes de estas modalidades y actualmente en España no están definidas por ningún estamento oficial tipo federación deportiva. Se pueden encontrar referencias a ellas en diferentes manuales y artículos especializados, aunque su forma de transmisión habitual es de deportista a deportista o de instructor a deportista.

1.2 Modalidades

Las modalidades más conocidas se podrían subdividir en dos grandes categorías: libre y artificial.

En la **escalada libre** sólo se admite una ascensión como válida si ésta se consigue usando como medio de progresión/descanso nuestras capacidades psicomotrices y las opciones de sustentación que ofrece la superficie rocosa; para ello se usan además habitualmente, aunque no necesariamente, diferentes útiles -cuerdas, arnés, magnesio, anclajes, calzado, cepillos...- que pueden proteger o facilitar la escalada y, aunque varían según la modalidad, siempre hay un elemento característico: el escalador asciende en contacto con la roca. Cuando el escalador se suspende o ayuda de cualquier anclaje (fijo o móvil), la escalada no se considera "liberada" (licencia léxica que proviene de la raíz escalada "libre") y se considera fallida o no encadenada.

En la otra gran categoría, la **escalada artificial**, la progresión o el descanso se realiza sobre diferentes tipos de anclajes artificiales (recuperables o fijos) utilizando para ello también un equipamiento específico adecuado. Aquí el escalador asciende en contacto con elementos artificiales (mosquetones, cuerdas...) y no con la roca.

- **Escalada libre**

En todas las modalidades siguientes de escalada en roca, el objetivo final es la superación de la ruta sin la ayuda para la progresión de anclajes fijos o móviles. Las diferencias entre ellas vienen dadas por las técnicas aceptadas para la instalación de los anclajes y el tipo de anclajes utilizados.

- Escalada tradicional en libre. La primera escalada se realiza siempre empezando en la base de la roca, sin inspecciones con contacto directo ni preparaciones previas de la pared. Se admite el uso de técnicas artificiales para el descanso o colocación de anclajes fijos de protección en la primera escalada (apertura), pero la progresión entre puntos de seguro se realiza siempre en libre. El objetivo final es la escalada de la vía en libre de la ruta en posteriores intentos.

- Escalada trad/ clean. Igual que la anterior, pero sólo se admiten anclajes flotantes (expansión, empotramiento o encastramiento) que se instalan aprovechando las fisuras e irregularidades que ofrece. No se admite la perforación de la roca.

En el origen de las dos modalidades anteriores no se aceptaba el trabajo o ensayo de las rutas mediante cuerdas desde lo alto para su liberación; actualmente, y debido a la influencia de la escalada deportiva, está comúnmente aceptado.

- Escalada deportiva en roca clean. Se permite la inspección previa y la preparación de la vía con cuerdas desde arriba, pero está terminantemente prohibido la perforación de la roca. El objetivo final es la escalada en cabeza de cuerda con anclajes flotantes.

- Escalada deportiva de pared. Escalada libre con anclajes fijos (no se utilizan anclajes flotantes) y reuniones intermedias necesarias debido a la longitud de la pared (longitudes aproximadas de 60 a 600m). La colocación de los anclajes se realiza como en una escalada tradicional o con cuerdas fijas desde arriba.

- Escalada deportiva. Escalada libre con anclajes fijos y descuelgue (de 8 a 80m aprox.). La colocación inicial de los anclajes se realiza habitualmente con cuerdas fijas desde arriba, pero también pueden colocarse como si fuese una escalada tradicional.

- Boulder. Escalada libre de rocas de poca altura (de 3 a 6m aprox.), sin ningún elemento de protección colocado en ellas. Para reducir los riesgos derivados de la caída es habitual el uso de colchonetas en la base (crash pads) o la amortiguación del impacto por los propios compañeros (portear, amparar…). En la preparación inicial de un bloque se admiten técnicas de acceso con cuerda sin anclajes perforados.

- Highballs o tsunamis. Es la aplicación de las normas del boulder a rocas más altas (de 6 a 12m aprox.)

- Free Solo (solo integral). Es la aplicación de las normas de juego del boulder a vías de escalada.

- Psicobloc o DWS (deep water solo). Es la aplicación de las normas de juego del boulder a paredes sobre el mar / lagos /ríos con aguas profundas en las que zambullirse en caso de caída (las alturas varían entre 3 y 30m aprox.).

- **Escalada artificial/combinada**

Habitualmente, las vías en las que se utiliza la escalada artificial se combinan con tramos de escalada en libre.

- Escalada en roca (mixto) alta montaña. (Picos de Europa, Pirineos).

- Big wall. (El Cap, Urriellu).

- Escalada clásica o tradicional. (Penyal d'Ifach, Urriellu)

- Ferratas. (Cotatuero, Teresina).

- Dry tooling (cantera Villanova).

En este manual sólo se considerarán las modalidades de escalada deportiva con anclajes fijos, aunque no debemos olvidar que para la preparación de las rutas de esta modalidad es frecuente el uso de técnicas más propias de otras modalidades (escalada artificial, libre tradicional, big wall o espeleología…).

2. LA ESCALADA DEPORTIVA EN ROCA (EDR)

2.1 La definición de la escalada deportiva

"Sport climbing is rock climbing that relies on permanently fixed anchor points to protect routes. This protection is generally a drilled hole with a bolt or staple inserted, which is often glued into place. Since the climber no longer has to worry about protecting his or her life, they can focus on the actual climbing moves and progress to a higher technical standard. Bolts are not always inserted properly, especially in countries new to the sport, and no bolts, especially those in sea cliffs, should be taken for granted."

Doug Scott. Mountaineering Commission January 2014. UIAA

- **Escalada libre deportiva en roca.**

Todas las modalidades de escalada son deportivas, pero a mediados de los 80, la escalada libre con anclajes fijos tomó fuerza y se diferenció claramente de la escalada como se entendía hasta ese momento. En una época donde el clean climbing y el free climbing comenzaban a tener un gran peso en contraposición a la escalada artificial, apareció una nueva modalidad que priorizaba la superación en libre de paredes antes imposibles, aunque para ello tuvieran que usarse métodos denostados por la generación anterior como el hang dogging (ensayar colgando en los anclajes), las poleas o rapelar para colocar anclajes, pasaron a convertirse en técnicas aceptadas en la denominada escalada deportiva.

Actualmente, y de una forma tal vez poco apropiada, se llama escalada deportiva a aquella que se realiza en libre (sólo se usa el cuerpo para progresar sobre la roca) en acantilados sobre itinerarios donde se encuentran anclajes de seguridad preinstalados que nos protegen de caídas mortales y donde podemos probar o disfrutar de nuestras capacidades de trepa.

Hay que diferenciar la escalada deportiva en roca (EDR) de la practicada en instalaciones artificiales, la

escalada deportiva indoor y de competición, que tienen características propias y unos estándares de seguridad propios de las instalaciones deportivas construidas al uso.

2.2 Características de la EDR

- Previamente a la escalada, se admite la colocación en la roca de anclajes fijos para protección, descenso y práctica repetida de los movimientos sobre la roca (ésta sería su principal característica desde el punto de vista de este manual). Estos anclajes se instalan mediante técnicas de escalada artificial, libre tradicional con anclajes flotantes o de acceso con cuerdas (técnicas de escalada, espeleología y trabajos verticales). Estas tareas son parte integral* de la escalada.

- Está admitido y es práctica frecuente la eliminación de aquellos elementos naturales que pudiesen ser peligrosos o entorpecer la escalada (porciones de rocas sueltas, inestables, vegetación no protegida). Es difícil poder asegurar que estas acciones eliminen todas las rocas susceptibles de rotura o caída en el área donde se realiza la escalada. Asimismo, al ser un entorno natural, pueden darse cambios con el tiempo en las estructuras rocosas por la acción de los diferentes geológicos.

- La disposición, cantidad, distancia y calidad de los anclajes definen el nivel de riesgo de la vía ante las potenciales caídas siempre que se utilicen las técnicas de seguridad adecuadas. De forma general podríamos decir que se evitan prioritariamente aquellas caídas potencialmente mortales o muy graves, especialmente en aquellas situaciones donde existe alta probabilidad de caída.

- Los anclajes definen los recorridos a superar en la pared rocosa. Denominados vías o rutas.

- Las vías se suelen reseñar en medios especializados, con un nombre y una dificultad (existen diferentes escalas para ello). Estas reseñas indican la ubicación y recorrido, además pueden incluir otro tipo de información adicional como material necesario o riesgo valorado en función del usuario tipo.

- Se suele respetar el equipamiento original, sin modificar las posiciones o cantidad de los puntos de

*integral: Dicho de cada una de las partes de un todo. Que entra en su composición sin serle esencial, de manera que el todo puede subsistir, aunque incompleto, sin ella.

seguro. Es costumbre y se recomienda, en caso de que el material esté obsoleto, contar con la opinión de los primeros escaladores/equipadores para el reemplazo de dicho material o variación de los emplazamientos. La misma premisa aplicaríamos al plantear nuevos itinerarios o variantes que pudieran influir en rutas adyacentes. La UIAA refrenda estos planteamientos en su manifiesto del escalador (puntos 2 y 10).

- El objetivo final es la ascensión de estos recorridos usando sólo para la progresión y el descanso nuestras capacidades psicomotrices sobre los diferentes relieves de la roca. Todo uso de los elementos artificiales (anclajes, arneses, cuerdas, mosquetones...) quedan limitados a la seguridad, a los puntos de descanso y al descenso

- Si la dificultad es elevada para el escalador, el ensayo de las vías como paso previo a su escalada final está aceptado, utilizándose para ello técnicas propias de la escalada artificial. El objetivo de estos ensayos es la búsqueda de las secuencias de movimientos más eficientes sobre los relieves que ofrece la roca.

- La modificación de la roca (tallar nuevos agarres, anclar agarres…) es una práctica que distorsiona la ética original de este deporte (superar la roca por tus propias fuerzas sin modificarla) y que cada vez es menos aceptada. En cualquier caso, se deberán tener en cuenta las tradiciones y peculiaridades locales para poder ponderar el uso de estas técnicas.

- Desde sus comienzos (aprox. 1984 en España) hasta ahora, el equipamiento de vías ha sido mayoritariamente voluntario y amateur. La instalación de los anclajes, el material utilizado y su disposición han respondido generalmente al que se consideraba adecuado según “el estado del arte” en cada momento y lugar, pero, aunque se busca controlar los riesgos, no hay implícita una garantía de seguridad dadas las características generales de la práctica (variabilidad en los soportes de los anclajes, variabilidad en las especificaciones de dichos anclajes, variabilidad en los niveles de capacitación de los equipadores y de los escaladores, falta de conocimientos prácticos sobre los materiales -obsolescencia, reactividad con los soportes y el entorno-…).

- Actualmente no existe un mantenimiento generalizado y reglado de los anclajes en las vías de esca-

lada. Podemos decir que existen vías o sectores que sí que cuentan con sistemas de control y mantenimiento (por ejemplo, algunas escuelas de escalada de Gipuzkoa), pero son una pequeña parte respecto al volumen total de vías que podemos encontrar actualmente en España.

- Se espera que el escalador que aborda una escalada tenga capacidad para evaluar si está preparado para ella, en función de la información disponible y de la inspección ocular de la ruta y el lugar, valorando la obsolescencia de los anclajes, lo adecuado de su instalación y los riesgos que puede encontrar dado el entorno salvaje (desprendimiento o arrancamiento de rocas, caídas a distinto nivel en el acceso y la zona inferior de las paredes, fauna o flora peligrosas, inundaciones, rayos…). Si acudimos al manifiesto del escalador de la UIAA encontramos en el punto 8: "...y escalaré, siempre que sea posible, dentro de mis capacidades técnicas ", dado que la señalización e información disponible actualmente sobre las vías es muy limitada, lo que implica que el escalador debe ser capaz de valorar adecuadamente el reto a abordar y si es necesario buscar ayuda o formación especializada (técnicos de escalada, guías, clubes, federaciones…).

- No hay control sobre la modificación de los itinerarios a posteriori de su equipamiento/ ascensión inicial. Es costumbre por parte de los practicantes respetar los itinerarios tal y como los concibió el equipador, pero no existe una vigilancia efectiva, por lo que existe la posibilidad de encontrar una vía en condiciones diferentes a las originales y el escalador debe tener la capacidad de valorar la idoneidad de la práctica.

- Las vías de escalada deportiva pueden ser terreno de juego para la práctica de otras modalidades de escalada: artificial, solo integral…

2.3 Relación de la escalada deportiva en roca con otras modalidades de escalada

- EDR y Boulder. El boulder es la modalidad de escalada con reglas más restrictiva. No se acepta el uso de ningún elemento artificial sobre la roca y se practica habitualmente en bloques o paredes de roca de altura limitada (≤ 6 m. aprox.) que se consideran abordables sin riesgos de caídas graves, aunque a veces, debido a lo abrupto de las zonas de recepción, el nivel de riesgo puede ser alto. En la EDR

los accesos hasta el primer anclaje pueden tener unos niveles de compromiso similares a los que los escaladores adoptan en el bloque. Los requerimientos psicomotrices tienen muchas similitudes.

- EDR y highballs. Las normas del bloque aplicadas a bloques de gran altura (de 6 a 12m) se denominan highball. No existen anclajes como en la EDR y los riesgos en caso de caída son altos, por lo que la seguridad se basa en las capacidades psicomotrices del escalador (a mayor nivel del escalador y menor dificultad, encontraremos menos posibilidades de caída). Un terreno de highball afrontado desde la EDR contaría con anclajes intermedios de protección y descuelgue en el punto final del itinerario.

- EDR y solo integral. La aplicación de las normas del bloque a vías de EDR o escalada tradicional desemboca en la práctica de la escalada en solo integral, coloquialmente "sin cuerda". La motricidad es similar a la EDR y el terreno de juego puede ser común, pero el nivel de riesgo asumido se eleva radicalmente, por lo que es una práctica poco habitual y donde el escalador suele escoger recorridos bastante inferiores a su nivel máximo de ejecución para minimizar el riesgo.

- EDR y escalada tradicional en libre. La finalidad en ambas modalidades es la misma; la diferencia está en que en la escalada tradicional no está admitido que se utilicen técnicas de acceso con cuerda para la colocación de anclajes. La escalada tradicional en libre es el origen de la EDR.

- EDR y escalada artificial. La EDR utiliza la escalada artificial como medio para un fin: la equipación de las vías y facilitar el ensayo de los movimientos con el fin de poder superar la vía en libre.

- EDR y tradicional/ big wall. En la EDR llevada a paredes de mediana y gran longitud (por ejemplo la escalada deportiva alpina) existe un terreno de juego común y un conflicto en cuanto a los estilos utilizados para la creación de las vías. El planteamiento tradicional defiende de forma estricta realizarla desde abajo (abrir vía) y no admite el acceso desde arriba con técnicas de rápel. En la EDR se aborda la creación de vías desde abajo o desde arriba según las éticas locales. Las vías resultantes y el nivel de compromiso según la modalidad son sustancialmente diferentes (tipos de anclajes, calidad de la roca…). Son mayoría aquellas áreas de grandes paredes donde no se acepta el equipamiento de vías desde arriba.

- EDR y la escalada en estructuras artificiales. La escalada indoor nace como una simulación de la EDR,

practicándose sobre estructuras artificiales construidas ad hoc para esa finalidad. Las EAE son instalaciones deportivas que están sujetas a la normativa legal que les corresponde, normas que son de imposible aplicación en la práctica de la escalada en la naturaleza. Las técnicas gestuales y de seguridad son bastante similares, pero en la EDR los niveles de incertidumbre y riesgo son mayores por la propia naturaleza de la actividad y su entorno. La escalada indoor asume algunas de las reglas del juego de la EDR y añade las suyas propias, muchas de ellas con origen en la competición.

2.4 Los riesgos asumidos

La asunción de riesgos en las actividades en la naturaleza.

"Para garantizar que se produce la asunción del riesgo es necesario que quien practica la actividad conozca el riesgo potencial de accidente."

José María Nasarre (Gipuzkoako eskalada eskolak).

Esta premisa parece que determina de forma clave las actuaciones de los escaladores y equipadores. A priori parece fácil determinar los riesgos propios de la escalada deportiva, pero cuando hablamos con diferentes expertos o revisamos la bibliografía existente, parece que el consenso no es tan claro. Esta suerte de indefinición se puede entender si recordamos que es una práctica deportiva no reglada oficialmente y practicada en un entorno natural.

A continuación, exponemos **algunos riesgos existentes actualmente** en la práctica de la EDR en España y que todos los practicantes deberían conocer (no se contemplan aquellos derivados de la utilización incorrecta de las técnicas y materiales de seguridad propios de la EDR), junto con algunas falsas creencias que pueden inducir a una toma decisiones inadecuada en la práctica de la EDR:

1.- Cuando todos los elementos de la cadena de seguridad trabajan adecuadamente, lo más habitual es que no se produzcan accidentes, pero en determinados casos se pueden dar caídas a distinto nivel con

posibilidad de lesiones de leves a graves. La caída en EDR es una práctica frecuente, aceptada y que no suele implicar lesiones, pero no son extraños los esguinces de tobillo, fracturas o, de forma excepcional, conmociones cerebrales por impactos en la cabeza en caídas pendulares y volteos. La caída con métodos de aseguramiento diversos es habitual y necesaria para la progresión en EDR, pero, al igual que en otros deportes, eso no significa que esté exenta de riesgos. Esto debe ser conocido y aceptado por los practicantes como parte inherente de la práctica.

2.- Los conectores usados habitualmente para anclarse a los anclajes pueden fallar por un posicionamiento incorrecto fortuito propiciado por el movimiento de la cuerda o el propio escalador. En estos casos, una caída puede ser realmente grave al quedar fuera de los rangos de protección previsibles.

3.- Los sistemas de aseguramiento/retención habituales en EDR no son infalibles y buscan un equilibrio entre la práctica deportiva fluida y la seguridad. Para conseguir esta fluidez, el sistema de seguridad no está diseñado como un sistema anticaídas tipo laboral donde se busca estar perfectamente protegido en todo momento. Muchas de las situaciones habituales de escalada implican en caso de caída la posibilidad de lesión. La razón por la que no existen apenas accidentes en estas situaciones concretas se debe a que la caída no se suele producir porque la capacidad psicomotriz del escalador es superior al reto planteado (ejemplos similares podemos encontrar en cualquiera de las otras modalidades de deportes de montaña como las ferratas, el senderismo, o en la vida diaria). En la EDR, habitualmente, hay un equilibrio entre la peligrosidad de la caída en una sección concreta de la vía y la dificultad total de la ruta. En áreas comparativamente fáciles respecto a la dificultad global de la vía es habitual que existan menos anclajes (véase punto siguiente).

4.- Existen vías de escalada deportiva con compromiso (expo, “engagés”, “spicy”), donde la distancia entre anclajes es mayor de lo habitual, lo que implica caídas de mayor riesgo. Esto deportivamente se considera un valor añadido, ya que se necesita una mayor maestría para su escalada. Este tipo de itinerarios suele estar reseñado en las guías pero no siempre es así.

5.- Los anclajes que encontramos en las vías de escalada deportiva están colocados en su mayoría por

equipadores amateurs autodidactas o sin formación reglada y con diferentes niveles de maestría. No todos los anclajes están instalados adecuadamente (par de apriete incorrecto, material no óptimo para la calidad de roca, poca distancia a bordes o grietas…) y la roca es un soporte de calidad variable. No siempre los anclajes que se pueden encontrar en las vías tienen la resistencia que se les podría suponer según los estándares del fabricante (referidos a una situación de norma), por lo que pueden fallar en caso de carga (a veces con sólo el peso del escalador).

6.- Los anclajes no siempre impiden el impacto contra el suelo, resaltes u otros obstáculos en caso de caída.

7.- Actualmente, no suele haber un mantenimiento de los anclajes. Tradicionalmente, el equipador instala/abandona los anclajes que considera oportunos para proponer una escalada, y los posibles candidatos a la escalada deciden si es adecuado o no realizarla. Esto implica que después de 35 años de práctica deportiva, algunos anclajes no ofrezcan la seguridad original.

8.- Las distancias de caída en EDR suelen ser mayores que las que encontramos en estructuras artificiales de escalada (EAE). El escalador que realiza la transición de los gimnasios a la naturaleza debería saber y asumir que es una práctica deportiva diferente, como el que realiza la transición de la EDR a la escalada tradicional.

9.- Existe riesgo de rotura de los agarres con peligro de caída descontrolada.

10.- Pueden darse caída de rocas o elementos que maneje el escalador sobre el material de seguridad, persona, animal u objeto situado debajo.

11.- El escalador puede caer y golpear al asegurador en diferentes situaciones.

12.- En vías cercanas, la caída de un escalador puede provocar la caída del contiguo.

13.- Hay riesgo de caída de piedras (fenómenos geológicos, animales…).

14.- En muchos de los accesos a las zonas de escalada encontraremos riesgos propios de los senderos de montaña.

15.- Riesgos meteorológicos.

16.- La propia roca e incluso la pared sobre la que se escala puede ser inestable en su totalidad. Los escaladores no realizan estudios geológicos sobre sus áreas de escalada

3. ÉTICA DEL EQUIPAMIENTO Y REEQUIPAMIENTO PARA VÍAS DE ESCALADA LIBRE CON SEGUROS FIJOS MODALIDAD "SÓLO EXPRESS"

La modalidad de escalada libre "sólo express" se caracteriza actualmente porque los escaladores que la practican utilizan para su aseguramiento únicamente los anclajes fijos que encuentran en el recorrido que quieren escalar. Para ello, sólo portan cintas express con las que mosquetonear/engarzar esos anclajes ya instalados y pasar su cuerda. La utilización de anclajes móviles/flotantes (fisureros...) en dichos recorridos es compatible con el uso original siempre que no dañen la roca (agarres y apoyos con clavos, ganchos, dry tooling), pero no se suelen considerar necesarios, ya que el reto propuesto (la ruta o vía) se diseña originalmente para ser escalada sin añadir puntos de seguro extra.

La ruta planteada por el escalador-diseñador se suele tratar como propuesta cerrada. Esto quiere decir que -especialmente una vez la vía es escalada en estilo punto rojo por cualquier escalador- no se modifica ninguna característica de la vía. De esta forma, el reto permanece igual para todos a lo largo del tiempo. Se pueden dar mejoras por el propio aperturista u otros escaladores de forma consensuada con los escaladores habituales y en concordancia con las técnicas y tendencias, pero intentando no modificar el reto original propuesto (mejoras como pueden ser el incremento o variación en ubicaciones de anclajes fijos, la instalación de alargues permanentes o reequipamientos por obsolescencia). Estas rutas "sólo express", en ocasiones y aunque de una manera no muy común, permiten variaciones de juego para aquellos que buscan ascensiones limpias (sin uso de los anclajes fijos) o semi limpias, en base a éticas más estrictas respecto al uso de los anclajes (clean climbing), e incluso también en artificial, siempre que

no deterioren la roca. En diferentes zonas de escalada, estas variantes de uso resultarán más o menos extrañas y aceptadas o reprobadas.

A continuación, se enumeran los principales aspectos referentes a usos y costumbres de la preparación de vías para esta modalidad de escalada mayormente aceptados por sus practicantes:

- **1) Relación con los demás.**
  - Es necesario informarse y cumplir las diferentes regulaciones que afecten al espacio donde queremos actuar, especialmente las medioambientales.
  - Contar con el consentimiento de propietarios del lugar, de los accesos o de los estacionamientos.
  - Ser respetuosos con el entorno, sus habitantes y los usos tradicionales que se den a dichos espacios. Esto incluye los usos de sendas, aparcamientos, entradas a y tránsito por fincas particulares.
  - Cada área de escalada tiene sus particularidades, pequeñas o grandes. Es muy recomendable informarse con diferentes escaladores locales de las costumbres, características y peculiaridades del lugar antes de buscar donde dejar nuevas líneas.
  - En algunos lugares, es costumbre reservar la primera ascensión para el equipador de la vía. Esta tradición tiene la virtud de que el equipador toma más consciencia de los aciertos y errores de sus acciones previas, permitiendo rectificaciones, etc., pero no es una costumbre universal y está cayendo en desuso. Preocuparse por conocer la opinión al respecto, de quien ha equipado la vía e intentar respetarla, junto con intentar adaptarse a la idiosincrasia local es una actitud de respeto y consideración siempre bienvenida.
  - Antes de iniciar el equipamiento de una vía, hay que conocer si previamente alguna otra persona ha iniciado actividades encaminadas a la apertura de alguna vía en el espacio escogido y estar abierto a tratar el tema en una actitud de respeto y consideración, evitando conflictos innecesarios.
  - Cuando un escalador fija material (cuerdas, descuelgues...) con intención de crear una línea nueva,

no adquiere un derecho sobre la pared, pero lo habitual es que los demás escaladores no intervengan sobre ese mismo espacio y esperen a que el equipador finalice para intentar el recorrido. Esta tradición de respeto mutuo se basa en la consideración de que no hay propiedad sobre el recorrido y no deberíamos pensar que el colocar algo de material en la pared nos genera derechos sobre ella ad aeternum. Si iniciamos el equipamiento de una vía, está mejor visto no demorarse mucho en su finalización. Hay que valorar que el tiempo que se utilice para su finalización esté equilibrado con el trabajo a desarrollar, el contexto de participación, las expectativas que otros pudieran haber depositar previamente en intentar desarrollar en ese espacio pétreo una actividad de escalada.

- **2) Relación con el patrimonio deportivo previo.**

  - Las nuevas líneas no han de molestar o desvirtuar otras previas. Este es un aspecto muy personal, por lo que lo más correcto es contar con la opinión de los escaladores que han equipado vías cercanas a nuestro objetivo.

  - El material a instalar debería corresponderse con recomendaciones técnicas del momento y las costumbres locales. Hay que buscar la mayor coherencia entre el objetivo (unos anclajes de calidad, durables, sustituibles y de instalación rápida) y el tipo de anclaje seleccionado. Aspectos como el coste de los anclajes, la falta de tiempo o el afán de equipar más vías no deberían ponerse por delante de la ejecución de un trabajo de calidad (especialmente en el caso de reequipamientos, donde debería estar a la altura o mejorar el patrimonio previo, etc.)

  - Toda intervención en el espacio pétreo, en el contexto del punto de vista de la escalada, convendría ser tratado desde una perspectiva de responsabilidad como acción en un patrimonio de la colectividad pasada, presente y futura. Crear una vía es una acción eminentemente individual; hacerlo con responsabilidad sólo es una cuestión de disposición al respeto, la consideración y las trascendencias en el arco temporal, sin que esto implique necesariamente que una opinión divergente del grueso de sus repetidores obligue a modificar el carácter de la vía.

- **3) Técnicas de acceso.**

  - Habitualmente, se admite cualquier técnica de acceso para la instalación de los anclajes (se suele procurar minimizar el daño en la roca), excepto en grandes paredes y áreas de montaña.

  - La estrategia más frecuente es el acceso desde arriba mediante técnicas de descenso y ascenso por cuerdas. Lo idóneo es recuperar todo el material usado para ello y que no pertenece al diseño final del recorrido.

  - Cuando se utilizan técnicas de escalada desde la base, ya sean de escalada artificial, libre o ambas (con anclajes fijos o flotantes), la premisa es igual que en el punto anterior.

  - En vías deportivas de montaña se deberían "abrir" las vías comenzando desde la base, sin la utilización de técnicas de acceso mediante cuerdas desde la cumbre. En estos casos hay que contar con la ética actual de escalada en montaña que se caracteriza por dejar el menor rastro posible y también con el estilo propio del lugar. Durante la apertura no es extraño el uso de cuerdas fijas en los tramos ya escalados.

  - Cuando se accede mediante el uso de vías ya existentes, no se deben modificar de ninguna manera y deben quedar limpias de nuestro material (cuerdas, mosquetones...) lo antes posible.

- **4) Aspectos específicos.**

  - La instalación y ubicación de los anclajes es un factor determinante de los niveles de riesgo objetivos que están implícitos en la vía, de la sensación de riesgo percibida, de la fluidez de movimientos, de la lectura del recorrido y en definitiva de la experiencia vivida al afrontar esa nueva vía. El equipador debe ser consciente del diseño de la vía que crea.

  - En el momento del equipamiento, es necesario valorar los riesgos potenciales sobre otros usuarios de la zona (escaladores, senderistas, agricultores…) y tomar las medidas de prevención adecuadas.

  - La retirada de malezas, piedras inestables o tierra es habitual y muy recomendable.

- La manipulación de las rutas con medios mecánicos o químicos (tallajes, "arreglos", pegado de piezas) para modificar la dificultad de la escalada no está aceptado en gran cantidad de lugares y genera mucha controversia. Muchas veces esta práctica es consecuencia de una falta de experiencia o visión por parte del escalador que opta por este tipo de soluciones, o por una idea preconcebida de cómo debe ser la vía sin aceptar el reto que nos ofrece la naturaleza. Lo idóneo es buscar itinerarios que no sobrepasen ampliamente el nivel de escalada del equipador, y en caso de duda consultar con otros escaladores más experimentados.

- El limado de agarres para evitar bordes muy cortantes es frecuente pero no está universalmente aceptado (ver las costumbres locales).

- El acondicionamiento (refuerzo o limpieza) de agarres frágiles (gotas de agua, cristales de feldespato, escamas, columnas finas...) que se pueden romper -a corto o medio plazo- ante el peso del escalador debe ser valorado, tanto en lo que se refiere a la preservación del elemento, la gestualidad de la escalada como a la seguridad.

- En esta modalidad de escalada, el equipador fija en pared los anclajes (puntos de seguro/ anclajes intermedios y descuelgue) que cree necesarios para el posterior ascenso de la vía y que definen el diseño que considera adecuado. Puntualmente, por razones de calidad de roca, posición idónea para su mosquetoneo o para guiado adecuado de cuerda son necesarias prolongaciones de dichos anclajes, que frecuentemente se hacen con elementos de tipo textil como elemento principal (ejem. anillo cinta EN 795 B, anillos anudados de cuerda...). Los elementos textiles deben ser especialmente revisados por los posibles repetidores de la vía ya que su durabilidad en condiciones óptimas es limitada. Existen opciones de cable comercializadas de mayor durabilidad ajustadas a la norma EN566.

- **5) Los reequipamientos.**

  - Se deben llevar a cabo con un conocimiento suficiente del área y de las vías a intervenir. Hay que considerar las peculiaridades locales, la opinión del equipador de cada ruta, la opinión de los pri-

meros ascensionistas y el carácter particular de cada vía, así como la evolución de las técnicas de escalada desde su origen hasta el momento de dicho reequipamiento. Se recomienda que estos trabajos los realicen escaladores muy experimentados.

- El reequipamiento debería buscar dos aspectos: El primero sería la mejora de la seguridad, sustituyendo anclajes que han perdido su seguridad inicial por otros nuevos y acordes a las exigencias del momento y del tipo de modalidad (por ejemplo, expansivo por expansivo/químico", clavo por clavo...). El otro aspecto sería fruto de que la revisión de las ubicaciones originales no haya satisfecho los objetivos intencionales del aperturista y del consenso de ascensionistas siguientes, respecto a parte o el conjunto estas ubicaciones.

- La durabilidad del material y la facilidad de su reemplazo futuro son cuestiones que se deberían tener presentes tanto en cualquier equipamiento como reequipamiento.

- Lo ideal es reponer seguro por seguro, con una distancia de maniobra de máximo un metro, y sin alterar ninguno de los aspectos que definen una escalada (obligatoriedad de las secuencias de escalada libre, riesgos objetivos y subjetivos…).

- Retroequipamiento. En el momento de reequipar una vía, la colocación de anclajes en donde nunca los hubo se considera generalmente una desvirtuación de la vía original, con la pérdida de patrimonio deportivo y emocional consecuente.

- Si en el reequipamiento se llega a considerar una modificación sustancial de la vía escogida, se debe contar con la opinión del equipador y de los escaladores locales.

- Cuando una vía es escalada por alguien más que su equipador, ésta pasa a ser una marca deportiva personal y parte de su patrimonio emocional, y con ello parte del patrimonio emocional de la comunidad escaladora. Por tradición, la opinión del equipador siempre ha sido prioritaria y tiene su razón de ser que continúe siéndolo en la medida de lo razonable, pero este no debe obviar que el esfuerzo y las vivencias de los repetidores también cuentan.

4. TÉCNICAS DEPORTIVAS USUALES DE ACCESO PARA EL EQUIPAMIENTO

Desde el comienzo del alpinismo, la creación o el descubrimiento de rutas con los que conquistar, acceder, entrenar, disfrutar o competir mediante la trepa ha sido un hecho. Crear y bautizar vías es algo inherente a la escalada en todas sus modalidades. Es cierto que la repetición de las vías es un acto sustancialmente diferente de su apertura, pero -aunque sea en medidas diferentes- así pasa en todas las modalidades del alpinismo. Son los escaladores, en un acto deportivo, los que equipan las vías en su mayoría, sin remuneración, sin ánimo de lucro y por lo general con el mismo afán de recreación que cuando las repiten posteriormente. En la EDR, para desarrollar las vías se aceptan y utilizan las mismas técnicas que encontramos en otras modalidades de montaña (todas las variantes del rápel, ascenso por cuerdas, escalada artificial, clean climbing…). En el desarrollo de estas técnicas es habitual y se recomienda el uso de materiales que cumplan con las certificaciones tipo EN, UIAA, referentes a equipos de montañismo y escalada.

Las estrategias y técnicas contempladas en el capítulo de aspectos laborales pueden ser interesantes para los escaladores en determinadas prácticas, pero sin olvidar que están ajustadas a una exigencias propias del entorno laboral y que, por lo general, los equipadores amateurs valoran como más segura la situación que encuentran durante el equipamiento (desde una perspectiva deportiva) que la escalada de primero, y la baja siniestralidad que encontramos entre los escaladores durante el equipamiento parece confirmarlo.

La organización general de financiación, organización temporal, permisos, la logística general del equipamiento, desde los suministros a la organización de las tareas la infraestructura, accesos y transporte de materiales, almacenaje... están correlacionados con las técnicas posibles, ideales o elegidas a la hora de desarrollar las tareas propias en la pared, de las cuales podremos utilizar una u otra o alguna de las combinaciones según conveniencia y capacidad.

4.1 Acceso desde arriba con una única cuerda

Una de las técnicas más populares para el equipamiento de vías, y la que históricamente marcó una diferenciación con la escalada libre tradicional, es la de acceso mediante rápel, cuerda por arriba o polea (no en

vano fue el Verdon el detonante de esta filosofía). Para ello existen diferentes variantes que parten desde las técnicas más básicas de escalada deportiva hasta algunas propias del big wall o la espeleología, aplicándose las más apropiadas según la situación.

4.1.1 Equipar vías colindantes

- Para acceder escalamos la vía adyacente a la que deseamos equipar.
- Nos anclamos de forma segura y recuperamos el material con el que instalar el nuevo descuelgue. Es recomendable el uso de poleas autoblocantes para izar el material con seguridad.
- Nuestro compañero nos vuelve a asegurar (recomendable uso de frenos semiautomáticos CE EN 15151-1, UIAA) y nos descuelga hasta un lugar donde colocar la nueva reunión. Para ello nos debemos posicionar de forma segura (habitual el uso de ganchos con amarre regulable).
- Con la nueva reunión instalada, podemos usarla como desvío de la polea que tenemos o montar una polea nueva en ella. Otra opción es colocar un anclaje provisional (tipo autorroscante 8-10mm) para desviar la cuerda y dejar la colocación del descuelgue para el final del proceso, alternativa a escoger si no estamos seguros del punto exacto donde colocarla.
- Mientras nos descuelga nuestro compañero por la futura vía, eliminamos rocas y vegetación peligrosa, así como agarres frágiles. Normalmente será necesaria la colocación de anclajes intermedios (autorroscantes, empotradores…) que guíen la cuerda por la línea que deseamos equipar.
- La vía ya está lista para ensayarse en polea. Con dicha técnica se marca la ubicación de los futuros anclajes mediante esparadrapo o tiza siguiendo las recomendaciones del punto 6.3.
- El último en ascender, tras anclarse, recuperará el material necesario para el equipamiento, y mientras le descienden colocará los anclajes definitivos y retirará los provisionales.
- Como probablemente hayan quedado cintas express para guiar la cuerda, quedará una última ascensión para recuperar todo.

- **Ventajas:**
  - A nivel de técnicas de escalada es el método más sencillo. No hace falta ser un experto en técnicas de acceso con cuerda.
  - Requiere poco material de escalada, el habitual de una cordada de EDR y unos ganchos con amarre regulable.
  - Con la escalada en polea se escoge el trazado de la vía mejor que otras técnicas.
  - Al haber dos escaladores aumentan los puntos de vista y opiniones.

- **Desventajas:**
  - Mínimo de dos personas.
  - Muchas veces el descuelgue no se coloca en el lugar óptimo, sino sencillamente abajo y desplazado de la vía de acceso creándose sectores en "racimo".
  - Hay que estar especialmente atento con la caída de piedras, ya que casi siempre habrá alguien a pie de vía.
  - Necesitas una vía de acceso.
  - Al realizarse sobre arnés de cintura (CE EN 12277 tipo C, UIAA), sin guindola, es bastante fatigoso.
  - En longitudes superiores a 30 m., la elongación de la cuerda (dinámica para escalada en simple, CE EN 892, UIAA) dificulta algunas maniobras, como por ejemplo la de probar los primeros metros de la vía en el momento de ubicar la adecuada disposición de los anclajes.

- La longitud de equipamiento está limitada por la polea que podamos instalar.
- Se necesita una buena comunicación entre el pie de vía y el escalador.

4.1.2 Rápel en cuerda simple. Dispositivo de descenso y bloqueadores

Acceder a montar el descuelgue de nuestro proyecto, rapelando en cuerda simple, es una de las técnicas más habituales, tanto con cuerdas dinámicas de escalada en simple (CE EN 892, UIAA) como semiestáticas de espeleología y barrancos (CE EN 1891 tipo A o B, UIAA). La menor elasticidad de las semiestáticas facilita el desplazamiento y posicionamiento, por lo que las hacen la opción más deseable en caso de poder elegir.

- Las cabeceras de partida deben ser seguras y redundantes, y el acceso a ellas controlado. La disposición y uso de desvíos o reenvíos y fraccionamientos se valorarán, así como las combas desplegadas entre estos últimos, teniendo en cuenta la adecuación de uso para un eventual rescate. Se opta muchas veces por utilizar elementos de fortuna que no dejen rastro tras el equipamiento (árboles, puentes de roca, rocas como peso muerto…). En cualquier caso, no deberían dejar lugar a dudas de seguridad y funcionalidad. Casi siempre es necesario en esta técnica de rápel la utilización de protectores de cuerda o fraccionamientos, indispensables para poder remontar por la misma cuerda o realizar péndulos, además de guiarnos hacia la ubicación deseada del descuelgue.
- Es mejor descender con nuestra cuerda recogida adecuadamente plegada o ensacada. Lanzarla puede suponer problemas de enganches o caída de rocas.
- Recomendable el uso de frenos semiautomáticos (CE EN 15151-1, UIAA), complementado con bloqueadores (CE EN 567, UIAA), pudiéndose escoger diferentes sistemas para el ascenso: el sistema descenso (freno + puño bloqueador), el sistema clásico (puño bloqueador + bloqueador de pecho) o el sistema de dos puños bloqueadores.
- Al acceder a montar el descuelgue, tendremos que ser especialmente cuidadosos con las rocas

sueltas que podamos tirar en nuestro descenso o puedan caer sobre nosotros con el movimiento de nuestra cuerda.

- Una vez en la ubicación deseada de descuelgue, fijaremos nuestra cuerda y continuaremos el des enso guiando la cuerda mediante anclajes provisionales, fraccionando o desviando según sea necesario.

- Ya en el suelo, con la cuerda preparada, podemos pasar a probar los movimientos y decidir la ubicación definitiva de los anclajes. Para ello, la técnica más eficaz es la de ascender autoasegurados con dos bloqueadores, aunque puede ser bastante engorrosa cuando, probando una sección, deseamos descender. Otra combinación habitual suele ser la utilización de asegurador con bloqueo asistido CE EN 15151-1, UIAA, junto con puño bloqueador con estribo.

- Una vez alcanzado el descuelgue, descenderemos fijando la cuerda adecuadamente para su ascenso. Una vez abajo podemos preparar los anclajes y subir colocándolos, y retirar los provisionales.

- Ya en el descuelgue, y según la situación, desmontaremos remontando la cuerda de acceso o bajaremos para después acceder a la cabecera y desmontarla.

- **Ventajas:**

  - Un sólo escalador equipa la vía.

  - Si usamos asiento se mejora considerablemente la comodidad.

  - Se pueden equipar vías de cualquier longitud.

  - Se facilita el acceso a la línea a equipar y se puede acceder con más comodidad o con más material, consiguiéndose por lo general un mejor saneado, limpieza, verificación…

- **Desventajas:**

  - Se ensaya peor la vía que en polea.

4.1.3. Técnica de nudo empotrado

Las técnicas anteriores se pueden combinar, ya que poder ensayar la vía en polea es más efectivo y divertido que el autoaseguramiento. Dentro de esta combinación existe la posibilidad de usar la técnica del rápel con nudo empotrado.

- Partiendo del descuelgue, fijamos la cuerda adecuadamente para una instalación de rapel con nudo empotrado (sin mosquetón de bloqueo y sobre la anilla de rápel), descenderemos desviando la cuerda por bastantes anclajes provisionales (sin fraccionarla). Por esta cuerda podremos realizar maniobras de ascenso, descenso y polea. Esta técnica requiere de una experiencia elevada para valorar aspectos como la posibilidad de deterioro de la cuerda por fricción. Se parece mucho a las técnicas de recuperar material en big wall (ascenso por monocuerda sin fraccionamientos).
- Utilizaremos la polea para ensayar el proyecto a equipar y ubicar los anclajes. Una vez realizado esto, podremos fijar la cuerda con los desvíos o con fraccionamientos y proceder a la colocación de los anclajes ascendiendo por la cuerda mientras limpiamos la vía.

- **Ventajas:**
  - Técnica mixta que nos permite avanzar en el equipamiento sin ayuda externa, pero que nos facilita disponer de una polea.
  - Las cuerdas se recuperan fácilmente.

- **Desventajas:**
  - Necesita de un alto nivel de maestría.

4.1.4 Cuerda auxiliar

En el equipamiento de vías de EDR no es extraño el uso de cuerdas auxiliares y de reaseguro. A diferencia de los trabajos verticales, no se suelen utilizar, en esta segunda cuerda, dispositivos anticaídas sino bloquea-

dores (CE EN 567, UIAA). Estos bloqueadores se utilizan como seguro extra y para colgar sacas, taladro… A veces, disponer de dos cuerdas facilita los desplazamientos laterales modificando la tensión de las cuerdas. Técnica muy recomendable cuando se usan elementos de corte como amoladoras y en aquellas paredes donde haya un alto riesgo de caídas de rocas o ruptura de cuerda por cizalladura.

- **Ventajas:**
  - Redundancia de seguros.
  - Mejor distribución del material.
  - Mayor seguridad ante la posibilidad de rotura de cuerdas (roces, caída de piedras).
- **Desventajas:**
  - Mucho peso.
  - Menor maniobrabilidad.
  - Se necesita más material.

4.1.5. Acceso en rápel con doble cuerda recuperable. Vías de varios largos

Muchas veces, para equipar vías de varios largos o para acceder a la ubicación de los descuelgues, se utilizan los rápeles con doble cuerda recuperable mediante dispositivos de frenado manuales (EN 15151-2, UIAA). Se recomienda el uso de sistemas de autoaseguramiento para rápel tipo shunt o nudos autobloqueantes. Otra opción sería la técnica del nudo empotrado con dispositivo autofrenante.

Esta técnica nos permite descender largas paredes sin necesidad de instalar cuerdas fijas. Para el ensayo y marcado de la vía se pueden utilizar las técnicas descritas anteriormente, aunque la polea será habitualmente sustituida por el aseguramiento desde arriba.

La planificación del ascenso o descenso es prioritaria durante el equipamiento por logística (autonomía de

la batería, número de cartuchos de resina, tiempo de maniobra de fraguado del mortero, material necesario, horarios, longitudes de las cuerdas, meteorología…).

- **Ventajas:**
  - Técnica conocida.
  - Poco peso.
- **Desventajas:**
  - En paredes de mayor longitud que la longitud total de cuerdas hace falta cierto nivel de maestría.
  - Una vez desciendes, si no está equipado el largo superior, no se puede salir por arriba.
  - Dispositivos de descenso más engorrosos si no optamos por la técnica de nudo empotrado y los frenos asistidos.
  - Se puede dar el caso de tener que ascender, con los problemas y riesgos que lleva no tener la cuerda adecuadamente desviada o fraccionada.

4.2 Abrir vías. Libre, artificial o ambos para equipar EDR

El término abrir vías, en sentido estricto, está referido a la creación de vías con una limitación en cuanto a las normas de juego: no se permite el acceso en rápel, siempre debe hacerse del suelo hasta la cima/el final del recorrido. Este estilo es el habitual en las vías de pared, ya sea en vías sin anclajes fijos, en vías combinadas (anclajes fijos + flotantes) o para crear vías de EDR o "sólo express". Este estilo también es usado para vías de uno o pocos largos, por diferentes razones: búsqueda de aventura, entrenamiento para vías más largas, y a veces porque es la forma más sencilla, como en grandes desplomes o cuando el acceso a zonas superiores es complicado.

4.2.1. Estilo libre

La técnica más habitual es escalar en libre hasta donde se quiere colocar un anclaje, buscar cómo posicionar-

se (por lo común suspendiendo el peso del cuerpo y equipo mediante ganchos o empotradores), remontar el taladro y demás utensilios mediante una cuerda auxiliar (en caso de que no se lleve encima) y colocar el anclaje. La ascensión se realizaría con tantos puntos de apoyo como anclajes coloquemos. El taladro también podría estar en un anclaje inferior al escalador mediante fifi, o llevarlo durante la escalada el propio aperturista, en cuyo caso puede optar por colocar el anclaje sujeto a la roca por sus propios medios (empotre de rodilla, posiciones de equilibrio, sujeto de un buen agarre…).

- **Ventajas:**
  - Es uno de los estilos más valorados en el mundo de la escalada por su compromiso y aventura.
  - Según cómo (sin empotradores) no hace falta mucho material.
  - Es muy rápido para desplazamientos laterales entre vías con el objetivo de colocar nuevas cabeceras o descuelgues.

- **Desventajas:**
  - Nivel de maestría muy alto.
  - Se asumen más riesgos de caída sin control o aparatosas por causa del material que se porta, sobre todo en el momento de taladrar, de rotura de rocas…

4.2.2. Estilo artificial

En grandes cuevas es usual equipar desde abajo en artificial usando anclajes de progresión (tipo autorroscantes 6-10 mm.) o empotradores combinado con los anclajes definitivos.

- **Ventajas:**
  - Es más fácil elegir la línea adecuada en grandes desplomes.
  - Puede llegar a ser más cómodo que el acceso por arriba.

- Se puede combinar con líneas de acceso desde arriba.
- Es muy eficaz para desplazamientos laterales entre vías con el objetivo de colocar nuevas cabeceras o descuelgues.

- **Desventaja:**
  - Es más exigente físicamente que ir desde arriba.

5. CRITERIOS PARA LA UBICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS ANCLAJES

5.1 Percepción del riesgo y equipamiento

La EDR está calificada como un deporte de riesgo. Es una actividad recreativa donde existe la posibilidad de daño por aspectos inherentes a la práctica. En el acto de equipar, la valoración del riesgo es un elemento clave. El equipador juega con la colocación de los seguros y el recorrido de la vía para acotar las emociones y peligros que podemos encontrar en una vía. El objetivo del equipador amateur al colocar anclajes para crear una vía es reducir el riesgo mediante técnicas de seguridad de escalada, adecuando el itinerario a un nivel que él considere aceptable para poder escalar la vía. El escalador-equipador, de este modo, al dar forma a una vía, define en gran medida el nivel de exposición a la que la persona que pueda intentar el recorrido se enfrentará. Informarse, evaluar y prepararse para afrontar una vía es esencial para quien acepte escalar una vía. También hay aspectos que mayormente dependen del entorno (estabilidad de toda la pared, rocas sueltas en zonas adyacentes, agarres o sustratos rocosos falsamente compactos…), ya que las ubicaciones y tipología de anclajes y descuelgues son elección suya. También es cierto que dada la gran variedad de técnicas y dispositivos de seguridad disponibles para los escaladores, los estilos y niveles de riesgo de diferentes escaladores en la misma vía pueden variar sustancialmente en cada una de sus escaladas.

En la EDR se juega mucho con el riesgo percibido y el asumido, lo que explica el porqué de la disposición de los anclajes en muchas vías. Aspectos a tener en cuenta por un equipador a la hora de diseñar una vía:

- Los riesgos objetivos de la EDR vienen dados por los propios de la naturaleza y las condiciones (calidades, conservación, distancias…) de los anclajes.

- La percepción del riesgo en una escalada, como proceso cognitivo que es, está relacionada con nuestra percepción, información disponible, historial, motivaciones, expectativas, estereotipos, así como con el nivel de control de la actividad, que a su vez viene fuertemente determinado por las capacidades psicomotoras y experiencia del deportista. Generalmente, los escaladores expertos evalúan los riesgos mejor que lo nóveles, escogen mejor el nivel de sus objetivos y además disponen de más recursos para solucionar problemas.

- Las vías de expertos suelen tener unas pendientes más adecuadas para el caer, es decir, con menor probabilidad de contacto lesivo contra la pared. Las vías con "compromiso" siempre han sido mejor evaluadas por los escaladores expertos. En la EDR, hace algunos años, se consideraba que una vía de nivel d 6b+ ya era para expertos. Ahora, con las facilidades del entrenamiento, podemos pensar que esta maestría se alcanza más bien cuando el escalador ronda el 7a a vista y ha escalado en zonas diferentes.

- El equipador, al decidir la ubicación de los anclajes, valora la probabilidad de una caída y sus consecuencias. Cuanto más fácil y segura es la escalada, menos probabilidad de caída. Por otro lado, cuantos más obstáculos (algo propio de las vías fáciles) en la trayectoria de caída, peor será ésta.

- La probabilidad de sufrir daños en caso de caída está directamente ligada a la morfología de la pared. En la EDR se juega con un delicado equilibrio entre colocar los anclajes para favorecer la fluidez del movimiento en la escalada, y tener cierta seguridad. En los sectores donde predominan los escaladores noveles o de menor experiencia, mejor tener esto en cuenta a la hora de diseñar la vía. Lo ideal es que los anclajes estén cerca de las secciones claves y proporcionalmente distribuidos a lo largo de los otros tramos de la vía.

- El equipador amateur opta a veces por desarrollar vías de EDR donde se asumen niveles de riesgo alto. Suelen ser fáciles de clasificar a simple vista incluso para escaladores noveles al evaluar la distancia entre los anclajes. A la hora de plantearse desarrollar vías de estas características, es recomendable no hacerlo en sectores muy frecuentados o de iniciación, así como indicarlo en los

medios de información habituales de esa zona de escalada.

- En zonas de escalada que por sus dimensiones no admitan gran cantidad de rutas no se recomienda equipar vías de carácter comprometido.

- En la EDR, como en muchas actividades propias de la montaña (ferratas, senderismo, crestas...), el nivel de riesgo asumido también se correlaciona con las capacidades del deportista -no hay accidente porque no hay caída-, y los sistemas de seguridad no garantizan la inocuidad del vuelo en todas las situaciones. En cualquier caso, conviene valorar detenidamente el posicionamiento de cada anclaje y su idoneidad.

- Diseñar con tramos "obligados", sin posibilidad de progresión o descanso mediante puntos de ayuda, pero con caídas limpias, es una forma idónea apropiada de generar mayor emoción y reto frente a distanciar los seguros en secciones más sencillas, pero con caídas potencialmente lesivas.

- Los seguros dispuestos de forma lateral u oblicua, respecto del desplazamiento vertical de quien escala, generan más sensación de distancia y obligan los movimientos, creando una divertida sensación de exposición, pero al mismo tiempo las caídas pendulares son más difíciles de controlar y también facilitan un posicionamiento inadecuado del escalador respecto a la cuerda, por lo que necesitan un mayor dominio de las diferentes técnicas de frenado y caída.

- Los escaladores (especialmente los expertos) a veces infravaloran el riesgo de las secciones muy sencillas (accesos, secciones de escalada fáciles, pies de vía aéreos…). La instalación de elementos de seguridad puede llevar a tomar precauciones extra (aunque esto se contradice con el manifiesto de la UIAA aprobado por la FEDME en el pto.2).

5.2 La caída real

El equipador debe ser totalmente consciente de cómo son las caídas en la EDR, como se explica en el capítulo 4. Los factores a considerar en el momento de valorar teóricamente la cadena de seguridad en escalada son muchos, y los equipadores tienen que acudir a la experiencia para decidir cuánta probabilidad hay de caída y qué podría pasar.

¿Cuánto y cómo "vuelan" de verdad los escaladores?

En EDR, caer es parte de la actividad. Eso no quiere decir que sea totalmente seguro, aunque caer sea frecuente y parte necesaria para la mejora del escalador. Al preparar una nueva vía, tenemos que conocer bien la dinámica real y teórica de la caída y su frenado para conocer las implicaciones de cada punto de seguro que usemos. Los siguientes supuestos nos servirán para hacernos una idea de cuánto se llega a caer según la situación, y la importancia de buscar ubicaciones de los anclajes donde pasar la cuerda sea seguro (acorde al nivel de dificultad de la vía). Los supuestos siguientes se basan en un aseguramiento dinámico a cierta altura. En primeros seguros, las distancias de caídas suelen ser algo más cortas ya que el asegurador tiene en cuenta la cercanía al suelo y da menos comba y/o regula más su desplazamiento en el momento del frenado.

- **Supuesto 1**. Distancia entre el punto de anclaje que nos protege y el siguiente de 1 m.
    - Escalador con la cadera a la altura del anclaje a mosquetonear en el momento de la caída. Desplazamiento en la caída: 3 a 4 m.; distancia final de la cadera al anclaje que nos frena: 2 a 3 m.
    - Escalador con la cadera a la altura del anclaje que soporta la caída en el momento del mosquetoneo del siguiente con el brazo elevado y cuerda en la mano en el momento de la caída. Desplazamiento en la caída: 3 a 5 m; distancia final de la cadera al anclaje que nos frena: 3 a 5 m. (en esta situación el asegurador suele dar una baga mayor ante la demanda de cuerda).
    - Escalador con la cadera a la altura del anclaje mosquetoneado en el momento de la caída. Desplazamiento en la caída: 1 a 1,5 m.; distancia final de la cadera al anclaje que nos frena: 1 a 1,5 m.

- **Supuesto 2**. Distancia entre el punto de anclaje que nos protege y el siguiente de 3 m.
    - Escalador con la cadera a la altura del anclaje a mosquetonear en el momento de la caída. Desplazamiento en la caída: 7 a 8 m.; distancia final de la cadera al anclaje que nos frena: 4 a 5 m.
    - Escalador con la cadera a un metro del anclaje que soporta la caída en el momento del mosquetoneo del siguiente con el brazo elevado y cuerda en la mano en el momento de la caída. Despla-

zamiento de la cadera en la caída: 8 a 10 m.; distancia final de la cadera al anclaje que nos frena: 5 a 7 m. (en esta situación el asegurador suele dar una baga mayor ante la demanda de cuerda).

- Escalador con la cadera a un metro del próximo anclaje a mosquetonear en el momento de la caída. Desplazamiento en la caída: 5 a 6 m.; distancia final de la cadera al anclaje que nos frena: 3 a 4 m.

- **Algunas consideraciones:**

  - Caídas con péndulo. Se pueden dar en travesías, desplomes… Son especialmente delicadas cuando hay riesgo de golpear algún obstáculo, como en cambios de plano desplome -placa, diedros, chimeneas…-. El asegurador puede disminuir el balanceo mediante un mayor desplazamiento vertical del escalador con un frenado progresivo. Esta forma de aseguramiento es propia de expertos, por lo que en niveles inferiores y medios hay que valorar especialmente los impactos posibles.

  - Caídas en chimeneas. Riesgo de empotramiento.

  - Caídas en slab. Es muy importante la disposición del anclaje para evitar las caídas con volteo (cuerda cruzada).

  - En recorridos largos, hay que contar con la elongación de la cuerda (10 al 40%), especialmente si en la línea de caída podemos impactar con algo. Una repisa en medio de un largo no es igual que las repisas en el comienzo de la vía.

  - Una caída larga, aunque el escalador que cae genere una mayor energía cinética, si esta es limpia y bien asegurada, no presenta más problema que el miedo que produce. Una caída larga o corta, mal frenada o sobre un obstáculo puede causar lesiones graves.

5.3 Consideraciones generales a la hora de equipar

Una vez conseguidas las autorizaciones pertinentes y en el momento de escoger la línea a equipar debemos recordar:

- Actuar con una ética adecuada (pto. 3).

- Valorar en la medida de lo posible la estabilidad y calidad de la roca, escogiendo las zonas más compactas. Las vías que existen equipadas en rocas de baja calidad son fuente frecuente de diferentes accidentes (caída de rocas, arrancamiento de anclajes…), generan mucho trabajo de limpieza y no suelen ser escaladas.

- Buscar un equilibrio adecuado entre fluidez del movimiento, puntos de anclaje y seguridad, valorando los usos y costumbres del área donde queramos equipar.

- Respetar los espacios entre vías. Lo ideal es que no compartan agarres de forma general. Cuando equipemos, debemos intentar pensar en futuras repeticiones y evitar itinerarios confusos y poco evidentes, especialmente a la hora de las variantes, combinaciones o cruces de vías.

- Las vías que responden a secuencias de escalada lógicas, considerando la morfología de la pared y la densidad de agarres, tienen en general un mayor reconocimiento y aceptación que aquellas que vienen forzadas en su recorrido por el posicionamiento de los seguros. Hay que procurar que los movimientos que impone la roca determinen las líneas que siguen los anclajes, y no al revés.

- Es conveniente que los itinerarios diagonales o con travesías estén muy estudiados, ya que pueden limitar las posibilidades de futuras vías o crear confusiones.

- Hay que elegir los anclajes más adecuados y es recomendable que la instalación de descuelgues y reuniones responda a las longitudes de cuerda habituales en la zona.

5.4 Aspectos específicos (zclip, posiciones de mosquetoneo, zigzags…)

Detalles a tener en cuenta a la hora de equipar una vía:

- Lo ideal es tener un nivel de escalada igual o superior al de la vía, o por lo menos ser capaz de realizar los pasos de forma aislada o en el caso más desfavorable con una pequeña ayuda del asegurador.

- Hay que contar con la opción de que otros compañeros prueben el proyecto. Escaladores con diferente experiencia gestual y morfología pueden aportar otros puntos de vista respecto al recorrido a seguir u otros aspectos.

- Las posiciones desde donde mosquetonear deben ser lo más cómodas posibles, estables y con agarres-apoyos firmes dentro del contexto de la sección.

- Suele ser preferible intentar que no sea necesario levantar mucha cuerda para alcanzar la cinta express. Si es necesario, hay que contar con las diferencias de altura entre escaladores.

- Los anclajes y las cintas express no deberán entorpecer la escalada, situándolos, si es posible, a una distancia suficiente de las presas de pies y manos. Prever la posición que va a adoptar expres y cuerda sobre todo en movimientos clave.

- Ubicación más probable del asegurador medio (por comodidad) respecto del escalador y sus consecuencias. En vías que comienzan con intensidad y que por lo tanto concentran riesgo de caída al principio, la posición de la cordada y de la cuerda cobra un interés que es interesante tratar. Se puede observar que habitualmente se inicia la escalada con la cuerda posicionada entre las piernas en lugar de guiarla en un lateral al tiempo que el asegurador se sitúa detrás del escalador comúnmente con una separación de la pared suficiente para que, en caso de caída, la cuerda forme un ángulo contra el que suelen producirse quemaduras en corvas, ingles y, a veces, axilas. Como es habitual este descuido, conviene tener en cuenta el posicionamiento más probable del asegurador, y si es el caso y éste lo permite, favorecer un ligero desplazamiento de este primer y segundo anclaje de manera que se promueva/"favorezca" la rectificación natural por parte del escalador o el posicionamiento de manera natural de la cuerda.

- En desplazamientos laterales y oblicuos, entradas y salidas de techo o cambios de plano habrá que intentar situar los anclajes de manera que favorezcan también el posicionamiento correcto de la cuerda respecto al escalador, minimizando la posibilidad de enredos y cruces.

- La cuerda trabaja adecuadamente cuando desliza de manera correcta por los mosquetones, por lo que debemos evitar las disposiciones en zigzag, así como el atrapamiento de la cuerda entre mosquetón y pared (teniendo en cuenta el rango más habitual de longitudes de las cintas express: 17-30 cm). Si la cuerda no puede trabajar en toda su longitud, el factor de caída se puede multiplicar.

- El punto donde va posicionado el anclaje debe ser sólido, tanto en su zona más próxima como

en la estructura rocosa donde lo ubiquemos. Hay que tener especial cuidado en detectar grietas, aristas, agujeros, filtraciones de agua, capas superpuestas de roca de calidad variable…

- Hay que intentar disponer los seguros de forma que en caso de caída sobrepasemos o no lleguemos a los posibles obstáculos, según sea lo más apropiado. Hay veces que a nivel seguridad es mejor asumir frenar la caída después de los bordes de techo, repisas, salientes, ramas…, que intentar parar antes, sobre todo cuando es difícil valorar la elongación de la cuerda y el desplazamiento del asegurador en el momento de frenado. Esta opción suele ser difícil de asumir, ya que a veces suele suponer un espacio amplio entre anclajes, para los ascensionistas de vías de niveles bajo y medios -en su mayoría cuentan con un menor control psicológico, lo que provoca tanto renuncias tanto a intentar la vía, abandonos en estas secciones, como caídas descontroladas por exceso de nerviosismo-, por lo que el equipador puede optar por menos seguras ante una caída (anclajes más cercanos), pero que permiten al escalador con menor control tomarse un respiro.

5.5 Distancias entre anclajes

La colocación de los anclajes para crear una vía de escalada deportiva conjuga varios aspectos con los que el equipador debe jugar para un óptimo resultado (entendido óptimo que consiga los objetivos priorizados en orden jerárquico por su importancia):

- La fluidez de movimiento. En una actividad que nació centrada en los aspectos gestuales y una comprensión del reto basado en la posibilidad de trepar aceptando las condiciones que impone la roca, sin ayuda de elementos artificiales (excepto los de seguridad, los pies de gato y el magnesio), los seguros se deben disponer de manera que entorpezcan los gestos de trepa lo mínimo posible.

- La seguridad. Es un deporte de riesgo por el hecho de la exposición a la altura, pero esto no quiere decir que carezca de sentido común. Evitar accidentes graves es una prioridad, y minimizar el riesgo de accidentes en general quizás no sea una prioridad pero es realmente importante.

- La emoción. La EDR tiene un componente emocional muy alto. Si el único objetivo fuese el rendimiento físico, las vías se escalarían siempre en la modalidad de polea.

Para el equipador combinar acertadamente estos elementos no es tarea sencilla. Difícilmente una vía contentará a todo el mundo.

Recomendaciones sobre las distancias entre anclajes:

El primer seguro se coloca previendo que se mosquetoneará lo antes posible desde una posición inferior a él. El resto de anclajes se podrán engarzar desde posiciones inferiores o posicionándonos a su altura (técnica recomendable en muchos casos).

Los siguientes datos sirven para orientar sobre distancias, pero estas cifras no se pueden extrapolar ni entender como norma, pues hay que tener en cuenta muchas variables del caso particular.

- **1º seguro. 2 a 4.5 m. altura.**
    - A menor altura de 2.5 m., la única función del anclaje es evitar la caída a zonas inferiores al comienzo de la vía. En caso de vías especiales para niños, habrá que valorar sus proporciones corporales y un seguro a 2 m. será probablemente necesario.
    - 3 m. Podemos encontrar esta altura como referencia en diversos manuales. El seguro a esta altura requiere un aseguramiento muy preciso y una estrategia de frenado poco dinámica que puede implicar impactos fuertes con la pared en caso de caída, pero si hay posibilidad de caída desde el comienzo de la escalada, será la ubicación más baja que usaremos, especialmente si el pie de vía tiene una mala superficie para el salto.
    - Si la escalada es sencilla para el nivel global de la vía, un primer anclaje alto (4.5 m) facilita la efectividad de los sistemas de aseguramiento utilizados habitualmente. Es un sistema interesante si al valorar la roca, la facilidad de interpretación del recorrido y su dificultad, vemos que el riesgo de caída para el escalador es bajo.
- **2º seguro. 3 a 6 m. de altura. La colocación del segundo seguro está condicionada por la altura del primero. Deberemos valorar:**

- La seguridad de la posición de chapado y con ello las posibilidades de caer al suelo mientras mosquetoneamos. Se puede y suele darse el caso de posiciones muy seguras donde, teniendo en cuenta otros criterios importantes, no sólo el criterio distancia entre anclajes y suelo, se protege de factum mejor la sección elevando un poco el seguro (aunque eso pueda implicar asumir un bajo riesgo durante una fracción de tiempo mínima frente a un alto riesgo de una caída levantando cuerda que pueda tener graves consecuencias).

- En vías para niños el anclaje irá a 3 m.

- **3º seguro. 4 a 8 m. de altura. La colocación del tercer seguro está condicionado por la altura de los anteriores.**

  - Hay que valorar seriamente el riesgo de la caída durante el mosquetoneo y tratar de evitarlo.

  - En vías para niños el anclaje irá a 4 m. o menos.

- **Otros seguros:**

  - La recomendación general es evitar que, a través de una excesiva e innecesaria proximidad (desde el punto de vista de la seguridad objetiva) de los anclajes, no se prive al recorrido de cierta sensación aérea intrínseca a la altura y a la percepción de la gravedad; interesante pero que seguro. Deberemos valorar el nivel de emoción que queremos conseguir, pero no descuidar la relación que hay entre la dificultad de la vía, su ubicación (características del sector: iniciación, élite, heterogéneo…) y los posibles escaladores que las intenten.

  - Los seguros cerca facilitan el ensayo de secciones clave. Esto se utiliza en ambas direcciones, como método para facilitar la vía o evitándolo para crear mayor dificultad. Es un espacio para el sello de autor.

  - En vías para niños, los seguros no deberían distanciarse más de 2 m. y deberían posicionarse de forma que faciliten el ensayo de los pasos y la retirada.

  - En vías en sectores iniciación, se recomienda no distanciar los anclajes más de tres metros.

- En vías con reuniones, deberemos colocar un anclaje que se pueda mosquetonear antes de salir de ellas para facilitar el aseguramiento desde el arnés y reducir el factor de caída. Para decidir la ubicación de los seguros siguientes, deberemos valorar la importancia de reducir este factor.

Como vemos, tomar la decisión adecuada sobre las distancias entre seguro implica tener en cuenta muchas variables. Recalcamos la importancia de escalar la vía previamente a la colocación de los anclajes. Antes de equipar, se debe adquirir un buen bagaje como escalador para tener referencias adecuadas (cantidad y variedad de vías y zonas).

5.6 Nuevas éticas y su influencia en el equipamiento. Pértiga o Clip stick

En el desarrollo de la EDR han aparecido nuevos dispositivos para facilitar la colocación de la cuerda en los primeros anclajes (hasta alturas de 7 m.). Según la ética tradicional, una vía tiene una ascensión correcta cuando la realizamos escalándola en libre y mosquetoneando con nuestros propios medios, pero muchos escaladores optan por una ética más laxa que implica comenzar los primeros metros de las vías protegidos por poleas, algo que las "cañas" posibilitan.

Esta alternativa parece razonable desde el punto de vista de la seguridad, y del ahorro de anclajes con la consecuente reducción de los impactos visual y ecológico, etc., y permite que comienzos de vía con riesgo pasen a poder ser escalados de forma más segura. Por otra parte, el uso indiscriminado de esta herramienta supone un detrimento en el nivel de exigencia de las normas de juego actuales, algo importante a considerar.

Por otro lado, determinadas vías se diseñan contemplando que sea imprescindible o muy recomendable el uso de clipstick, pero mientras el uso de dicho dispositivo no sea un estándar, será recomendable que el equipador intente comunicar por los medios habituales (guías, apps, redes...) la necesidad de este nuevo dispositivo.

5.7 Equipando para el futuro. Durabilidad y sustitución de anclajes

Algunas de las vías de EDR con menos de cuarenta años de historia ya han sufrido experiencia con la obsolescencia de los materiales. Por un lado, llegó con la introducción de anclajes y descuelgues más seguros, que sustituyeron los buriles y pitones por pernos de expansión o químicos; y por otro, con las corrosiones, que han deteriorado miles de anclajes de manera destacable, precoz y sorpresiva en entornos marinos, pero también en presencia de otros acelerantes de la corrupción de los materiales por ambientes químicos contaminantes, filtraciones, actividad biótica y combinaciones diversas.

La elección del material más adecuado suele venir condicionada por los conocimientos del escalador que equipa, por las costumbres locales, por los intereses de los fabricantes, por la disponibilidad del material, por los recursos económicos disponibles, por la tipología de la roca e incluso por cuánta autonomía tiene el taladro del equipador. Cuando buscamos un equilibrio entre todos los parámetros que condicionan la elección del material, hay uno que debería tener un peso especial: la durabilidad. Siendo el equipamiento de vías en España una actividad amateur principalmente y sin mantenimiento, donde el equipador en muchas ocasiones piensa a corto plazo, es importante concienciar a los escaladores-equipadores de la importancia de la elección del material más adecuado, ya que las vías quedan como retos para cualquiera que los quiera abordar, y a más durabilidad, mayor permanencia del reto en las mismas condiciones para todos. Se trata de una norma básica de cualquier práctica deportiva.

Otro aspecto que se está abordando de forma incipiente en el reequipamiento de vías es intentar sustituir los anclajes sin realizar nuevas perforaciones. Para ello se extraen los anclajes antiguos y se reutilizan los mismos agujeros. Esto es posible, aunque muy difícil en el caso de los pernos de expansión más populares en Europa. Una posible duda surge con la falta de estudios sobre la afectación a la resistencia del sustrato tras estas manipulaciones (aunque se podría recurrir al incremento de diámetro/longitud de perforación como solución), por lo que sólo se podría recomendar para la sustitución de anclajes autorroscantes (sin expansión y extracción no agresiva)y quizás los modelos tipo Triplex, los “Dinabolts”, o de anclajes químicos donde el tipo de resina ceda ante esfuerzos de torsión sin afectar a la roca. Son asuntos estos dos últimos que cuentan con experiencias, pero que permanecen sin tratar en profundidad hasta el momento.

5.8 Ventajas y desventajas de los diferentes anclajes

En el capítulo de consideraciones técnicas de los anclajes, podemos ver que existen diferentes posibilidades de elección y que no existe una única manera de equipar. A la hora de escoger un anclaje o descuelgue, la experiencia nos ha ido dando informaciones importantes que debemos tener en cuenta:

- **ANCLAJES**
  - Los anclajes deben/es recomendable ajustarse a la norma EN 959 como referencia. A la hora de escoger métricas, se recomienda M12, y la longitud debe ser adecuada a la calidad de la roca y forma de trabajo (capítulo anclajes). Actualmente, la autonomía/potencia de los taladros es suficiente para no tener que decantarnos por métricas inferiores.
  - En los conjuntos chapa- perno, hay que valorar la posibilidad de que el mosquetón encaje entre tuerca y chapa. Esto puede generar la rotura del mosquetón en caso de tracción, así como el temido "unclippig" que algunos diseñadores de chapas contemplan y pretenden evitar. Aunque escojamos chapas dentro de la norma, no todas ellas son iguales de eficientes según el ángulo de trabajo (tumbado, vertical desplomado, techo), por lo que debemos escoger la más apropiada.
  - El sikadur 31 es muy popular, pero debemos mezclar los componentes con gran exactitud para que tenga las prestaciones adecuadas. Para su inyección es habitual el uso de botes de silicona reutilizados (totalmente limpios), lo que a veces genera problemas de fraguado demasiado rápido durante el trabajo. Se desaconseja rellenar los agujeros con espátula por su dificultad y acabados en ocasiones desafortunados. En cualquier caso, si introducimos el anclaje roscando para sacar el aire y se desborda material, tendremos una señal de que hay suficiente resina.
  - Los anclajes químicos en U es conveniente "barnizarlos", justo antes de introducirlos, con la misma resina que hemos utilizado para rellenar el agujero. Es la mejor forma de garantizar que todo el acero quede embebido.
  - La elección de un sistema de anclaje por pegado o uno mecánico (de expansión, de socavado, de encastre...) es motivo de debate en la actualidad -cuando hablamos de similares aleaciones y

acabados-. Los químicos necesitan menos mantenimiento, su resistencia es mayor en condiciones desfavorables (rocas blandas, aristas, fisuras, corrosión), pero en general son más caros, difíciles y trabajosos de colocar. Los populares pernos de autoexpansión se anulan más fácilmente, se instalan rápidamente, permiten utilizarse en el momento y cuando no anclan bien dan "señales" (sobreexpansión, tuercas que se aflojan…).

En caso de dudas lo mejor es ver las tendencias locales.

- **DESCUELGUES**

Los descuelgues/reuniones no unificados.

- Sin mosquetón, anillas (generalmente una o dos y a veces engarzadas a cadenas). No podemos recomendar aquellas en que la cuerda pasa por eslabones como las de argolla amplia.

  - Implican que el escalador, a la hora de pasar su cuerda por la anilla, debería unirse a los dos puntos. Es habitual cometer el error de usar sólo uno tanto en la maniobra de preparación como en la bajada misma.

  - Son interesantes cuando equipamos vías de largos ya que permiten posicionamientos más cómodos en las reuniones. En vías de un largo con descuelgue no son especialmente interesantes.

  - En rocas poco homogéneas facilitan la colocación respetando las distancias a bordes recomendadas.

  - Son los que mayor nivel de combinación permiten: posicionamientos, distancias entre ellos, búsqueda de roca (calidad, forma distancias a bordes) adecuada, auténtica redundancia, ecualización, favorecen el uso de material personal para los yoyos...

  - Conviene el uso evitando disposición horizontal entre ellas y perpendicular a la dirección de cuerda por provocar rizados de esta. Por tanto, en caso de dos anillas que no se tocan, una debe funcionar como anclaje principal y otra como secundario.

- Con mosquetón.
    - Son prácticos si alguien realiza el mantenimiento de los mosquetones. Un problema es que podemos mosquetonear sólo un anclaje por exceso de confianza o despiste.
    - Las mismas ventajas que el anterior.

Cadenas en línea.

- Mínimo mantenimiento si las anillas giran libremente (poco desgaste).
- Recomendables las de cadena larga 30 cm. que facilitan la instalación (Ej: AustriAlpin, Kinobi) y doble anilla que facilitan el deslizamiento de la cuerda reduciendo el rizado y eliminando las posibilidades de bloqueo de la anilla (giro libre= durabilidad).
- En caso de incluir mosquetón, será recomendable un mosquetón de seguro o doble mosquetón. Las necesidades de mantenimiento aumentan (dependiendo de los modelos de muelle del gatillo y de la sección de la zona de contacto con la cuerda).

Cadenas en V o triángulo.

- Estas cadenas son populares en indoor, donde se suelen fijar a zonas horizontales de las estructuras de acero con características diferentes a la roca, tanto morfológica como estructuralmente.
- En su diseño se pretende un reparto de cargas igual entre anclajes, algo muy difícil de conseguir en roca por lo que, de factum, son descuelgues que funcionan con un anclaje principal y otro secundario al igual que las cadenas en línea.
- Una ventaja de las cadenas en línea y en V es que al realizar la maniobra de descuelgue solo hay que utilizar una anilla para enhebrar y asegurar, por contra en caso de realizar mal dicha maniobra (usando el bucle que genera la cadena entre los dos anclajes como anilla) se pueden generar atra-

pamientos de cuerda. Si escogemos este modelo debemos considerar que tienen que permitir que, con las distancias recomendadas entre anclajes (habitualmente 20 a 30 cm.), el ángulo sea menor o igual a 60°. Es decir, tendremos un condicionante más a la hora de colocarlas y será mejor que la cadena sea bastante larga (por ejemplo, Vertical Evolution). Buscar una ubicación adecuada es más difícil que con los modelos en línea.

- En caso de incluir mosquetón, será recomendable un mosquetón de seguro o doble mosquetón. Las necesidades de mantenimiento aumentan.

Otros tipos de reunión o descuelgue.

- Los descuelgues montados con U pegadas tienen problemas de desgaste. Repetidas maniobras de descuelgue directamente sobre el vástago inferior lo deterioran rápidamente. La incorporación de un anillo (mejor doble) con interposición de maillón rapid bloqueado es una buena solución, pero en zonas populares o de iniciación a veces es ineficaz. Se considera la U como anclaje único.

- Tipo amerika o europe. Pueden necesitar mayor mantenimiento y cuando se colocan de forma redundante (recomendado) muchas veces rizan la cuerda. Los modelos no desmontables (perno químico unificado con el sistema de apertura) no son reemplazables una vez gastados, por lo que se desaconsejan. Suelen ser apreciados en sectores con vías muy cercanas y/o con disposición alineada de descuelgues a la misma altura en donde el mimetismo cobra importancia. Riesgo de que la cuerda se salga si se escala por encima de ellos.

- Pigtail/ Queue de Cochon/Cola de cerdo. Sistema poco utilizado en España, peligro de salida involuntaria de la cuerda (especialmente en su uso en polea) y desgaste excesivo en un punto. Un anclaje que en la actualidad está relegado al sistema de guiado de cuerdas en vías ferrata.

- Ram´s horn. Sistemas poco utilizados en España algo más seguros que el anterior, pero con problemas de resistencia en algún caso si nos anclamos a un único cuerno. Aunque el anclarse de uno sólo de los cuernos sea un mal uso, sería deseable una resistencia declarada y comprobada suficiente en ese caso. Su instalación en desplomes le restaría seguridad frente a aquellos donde los cuernos presionan la pared ante una carga. No hace falta desencordarse.

- Monster hook. Diseño de la marca bolts products, difícil de ver en España actualmente. El modelo actual no es reemplazable una vez gastado.

Otras consideraciones sobre los descuelgues:

- Para el mantenimiento y sustitución de elementos gastados de los descuelgues instalados con anclajes químicos no roscados será necesario el uso de amoladora o extractor, e Intercambir el mosquetón de descuelgue por nuevos mosquetones con pasador o sistema "antirobo" o, según el caso, usando maillones para anclar una nueva cadena. El uso de pernos químicos o de autoexpansión facilita la sustitución de reuniones gastadas dada la existencia de una tuerca.

- Los elementos móviles del descuelgue (anillas, mosquetón) no deben quedar atascados con la roca, tuerca, etc., en su posición final.

- Las cadenas no deben quedar excesivamente tensionadas.

- Dentro de lo posible, se instalarán intentando que la cuerda trabaje lo más libremente y sin rozamientos. Las anillas dobles (no paralelas, sino engarzadas) facilitan el tránsito de la cuerda y evita rizos en relación a anclajes más fijos, tipo Europas o anillas (únicas) no engarzadas.

- Las instalaciones de rappel o descuelgue donde la anilla/as queden paralelas a la pared, en superficies tumbadas, favorecen el atrapamiento de la cuerda durante el descenso y en el momento de recuperarla. Es una disposición que debemos evitar.

6. ADECUACIÓN DE LA ROCA

El objetivo de la escalada libre no es otro que la superación de paredes rocosas mediante nuestras propias fuerzas. Ante las limitaciones humanas, la EDR admite dentro de sus normas de juego ciertas modificaciones de las paredes (las ya comentadas en apartados anteriores descriptivos de EDR) para facilitar y hacer más accesible la escalada.

6.1 Los agarres tallados y limados

El tallado o pegado de agarres para facilitar una escalada es una práctica rechazada por un amplio grupo de escaladores y por la FEDME, ya que falsea el sentido auténtico del objetivo del escalador que es buscar una solución a un problema que nos brinda la naturaleza. Esta práctica existe y como otras acciones asumidas, como el propio equipamiento (en un contexto de niveles de intervencionismo en el medio natural y según las reglas de juego) puede contar con mayor o menor comprensión en determinados contextos (roca de posibilidades muy limitadas, o en un paño muy localizado y reducido del conjunto de la ruta, baja calidad o fragilidad de la roca, canteras…), pero el consenso es que debería evitarse todo lo posible. En el caso de optar por esta técnica, hay que considerar las diferentes morfologías de los escaladores (grosor de dedos, alturas) si deseamos que, en cuanto a esto, las posteriores críticas acerca de la ruta no sean negativas. Para esto se suelen utilizar taladro, cinceles y maza, resinas de remate, espátula y esponja, tintes… Sabiendo que se trata de una modificación de la morfología de la roca, estas actuaciones deben ser las mínimas posibles y sometidas a la intención principal de no reparar en esfuerzos por la búsqueda del mayor mimetismo y naturalización posible.

Una costumbre más aceptada, aunque no en todas partes, es el limado de agarres muy afilados. Es una práctica discutida ya que se pueden llegar a modificar mucho los agarres, y adaptarse a ellos es una parte importante del juego. En cualquier caso, una vez escalada la vía, los agarres ya no se deben modificar en este sentido. Se suelen usar lima para piedra, papel de lija…

6.2 Los agarres reforzados

A la hora de la primera valoración de un posible itinerario, nos podemos encontrar con agarres dudosos por su fragilidad. Las opciones son su eliminación o reforzarlos para evitar su ruptura. Arrancar los agarres dudosos no tiene mayor complicación. Debemos considerar que el poder destructivo de un martillo o una palanca puede ser muy superior a la fuerza que ejerce un escalador (una pequeña palanca de 20 cm puede multiplicar por cuatro la fuerza aplicada) por lo que es necesario evaluarlos previamente sometiéndolos a la máxima toda la fuerza de uso manos o pies les vayan a solicitar puede ser una buena guía antes de acometer actuaciones desnaturalizadoras.

Si tras testearlos con una pequeña palanca no se mueven, pero todavía nos generan dudas, podemos optar por reforzarlos con resinas epoxídicas (la más popular es el sikadur 31), perforarlos y anclarlas con pernos, o combinar ambas técnicas. Esta acción se debe realizar valorando los riesgos que supone la ruptura del agarre, el hecho de que los pegamentos necesitan superficies perfectamente limpias para obtener la adherencia esperada, y los anclajes metálicos unas dimensiones y cualidades del sustrato suficientes para ser eficientes. La utilización de resinas para fijar rocas potencialmente peligrosas se desaconseja sin un adecuado análisis geodinámico. Lo ideal es tirarlas o descolgarlas, según el caso, si es adecuado y viable, o cambiar el diseño de la vía evitándolas.

En pequeñas lajas o regletas, se puede utilizar el epoxi para rellenar huecos, disminuyendo su profundidad y con ello haciendo que sufran menos carga/efecto palanca, lo que puede evitar que partan. Si se opta por una ética más estricta, hay que asumir que la vía puede cambiar tras la ruptura de los agarres, algo que forma parte de los lances del juego.

6.3 Limpieza de la pared

- **Roca suelta:** eliminar los bloques inestables potencialmente peligrosos que se encuentren en el recorrido de la vía es una práctica generalizada y necesaria. Si prevemos algún punto donde nos podamos desviar del recorrido previsto, será recomendable ampliar el área de limpieza. Es recomendable también la eliminación de pequeñas costras que se puedan tirar durante la escalada, aunque esa molestia es algo aceptado en muchas de las áreas y vías donde la roca es de baja calidad.

  Las maniobras de limpieza de roca son arriesgadas, tanto para el que limpia como para todo lo que pueda haber debajo (personas, mascotas, edificaciones, vehículos, cultivos...). Es obligatorio extremar las precauciones y valorar hasta dónde pueden alcanzar las rocas o los trozos que se puedan desprender en su impacto, así como los daños que puedan realizar.

  Es una práctica poco extendida, pero posible, la de descolgar determinadas piedras mediante polipastos cuando no sea viable tirarlas sin más. Se necesita un cálculo ajustado de las cargas a mover

(peso específico rocas: 2400 a 3000 kg/m^3) y la resistencia de todos los elementos usados para ello.

> Herramientas: gato hidráulico y grandes palancas (2m.) en casos excepcionales, pata cabra (según necesidades 50-60 cm), maza, martillo de uña recta, cincel, cuñas.

- **Árboles y arbustos:** antes de eliminar cualquiera de estos elementos deberemos consultar su nivel de protección y valorar de forma conservadora si es necesario hacerlo; mejor podar que eliminar. Valorar los efectos tanto sustentador como el contrario -expansor- y qué pueden llegar a tener su tronco y raíces. Evitar usar herbicidas de manera extensa. Uso puntual en pared, valorar (preferible inyección a nebulización-fumigado).

  Hay que ser especialmente cuidadoso en no dejar puntas que puedan actuar como lanzas en caso de impacto, tanto en pared como a pie de vía.

  > Herramientas: serrucho de podar plegable, tijera de podar pequeña. Nuestra actuación siempre será menos agresiva y meditada si las herramientas de las que disponemos no facilitan las grandes actuaciones (véase motosierra o desbrozadora).

- **Roca y agarres sucios:** tras la limpieza más gruesa, nos quedarán muchos agarres sucios, agujeros con pequeñas plantas. También cabe la posibilidad de que líquenes o musgos nos impidan un buen apoyo (hay que informarse del nivel de protección de estos elementos antes de su eliminación y obrar en consecuencia).

  > Herramientas: Lo ideal es el uso de cepillos poco agresivos como los de piscina de cerdas entrelazadas de acero inoxidable, cepillos de cerdas plásticas, puntualmente cepillos de cerdas de latón finos, cepillos de escalada para el magnesio, escobas… Deberían rechazarse totalmente cualquier cepillo que raye o erosione la roca (cepillo de soldador, cepillos de limpiar bujías de acero…). El soplador es muy útil según el caso. También incluso el de motor a gasolina en casos de grandes superficies y volúmenes a arrastrar.

7. PRECAUCIONES EN EL EQUIPAMIENTO Y APERTURA DE VÍAS

Una vez nos disponemos a equipar (tras consultar permisos, lugareños y escaladores locales, etc.) debemos ser especialmente cuidadosos con los peligros que podemos generar: la caída de rocas, tierra, ramas o incluso nuestro propio material. Recomendaciones:

- Equipar en periodos o momentos de poca afluencia de escaladores, cazadores, senderistas u otras personas a la zona.
- Vigilar también a las mascotas y otros animales.
- No tirar nada si no estamos totalmente seguros de que es el momento adecuado. Hay que tener la información visual adecuada o un compañero que vigile. Puede ser buena idea señalizar en accesos y/o balizar zonas.
- Si contamos con un compañero para vigilar la zona inferior, debe tomar las precauciones necesarias ante la caída fortuita de objetos para consigo y para cualquiera que pueda aproximarse. Tener en cuenta también que al desplazarnos por las zonas superiores de las paredes buscando la cabecera adecuada es frecuente desprender piedras con nuestros pasos.
- Señalizar el riesgo mediante carteles, en accesos y otras áreas pertinentes. Es una buena idea, pero la experiencia muestra que en entornos naturales no siempre se respetan. Incluso señalizando debemos estar atentos.

8. LAS VÍAS Y SU INFORMACIÓN

8.1 Los “secretivos” y su problemática

En 1986, el incendio de Montserrat dejó al descubierto un sector secreto, donde sus equipadores se habían tomado la molestia de no divulgar la información para estar tranquilos: “El secretivo Marcelino”. De este sector pudo nacer en España la palabra secretivo para referirse a zonas “secretas”, que se guardan en secreto o que

tienen una divulgación muy restringida a un grupo o tipo de practicante (a veces "con un pacto de silencio"), donde los equipadores no comparten la información sobre las vías que escalan. Las razones son variadas: el valor de la privacidad, esconderse de los propietarios, evitar normativas de parque naturales, evitar el uso diferente por parte de otro tipo de escaladores que pueden poner el riesgo los intereses particulares de los descubridores del sector, disfrutar del privilegio de decidir por donde crear nuevas líneas sin competir con nadie por ese espacio, el miedo a un uso poco respetuoso (ruidos, masificación, deterioro de accesos o pies de vía...), etc.

Como vemos, muchas de las razones son de carácter del derecho legal, y desde ese punto de vista, la FEDME no puede más que desaprobarlas, lo cual no implica su inhibición, sino que más al contrario, supone, con arreglo a su deber institucional de promoción y tutela de la actividad, implicarse y colaborar activamente en crear soluciones ante los motivos de este fenómeno.

Por otro lado, crear secretivos puede tener efectos negativos posteriores que se concreten en prohibiciones que pueden afectar a áreas cercanas al secretivo. Y cuando llegan los problemas, ¿de quién vamos a recabar apoyo si hemos actuado a espaldas de propietarios, administración, federación...? Será muy difícil hacer comprender a los propietarios de la inocuidad o beneficios de nuestra práctica.

8.2 Las guías de escalada

Las guías de escalada son el principal medio de información y difusión de vías, sectores y zonas de escalada. La información contenida en ellas suele ser bastante limitada, con pocas referencias a equipadores o materiales (información que no suele ser fácil de conseguir), ciñéndose a los nombres de las vías y su dificultad. En determinados lugares, las guías son realizadas por los principales equipadores, por lo que es un gesto de cortesía informarles de nuestras aperturas.

Actualmente, se están desarrollando muchas apps de estas guías que permitirán una interacción de los escaladores con los autores, pero no podemos olvidar que estos últimos (en la inmensa mayoría de los casos) no son mantenedores de las vías, por lo que la utilidad vendrá dada en gran medida a nivel informativo, aumentando la información y disminuyendo la incertidumbre de este deporte

8.3 Señalización de sectores y vías

Este es un tema pendiente de afrontar. Actualmente, en España, no disponemos de un inventario de zonas y vías de escalada, ni de un sistema reglado para hacerlo. En ocasiones, se da esta señalización por parte de organismos competentes en la gestión del espacio. Es una tendencia que está en crecimiento.

En algunas zonas de escalada es costumbre señalizar sectores y accesos por parte de la comunidad escaladora. También, poner los nombres de cada vía a su comienzo por los aperturistas (en principio, hacerlo con el grado no es muy buena idea ya que puede cambiar). A veces se añade otra información de relevancia para el caso, como algún peligro permanente, longitud de cuerda excepcional, nido de avispas...). En caso de que como equipadores u otros agentes implicados deseemos hacerlo, hay que tener en cuenta algunos detalles:

- Los rayos UV deterioran mucho las pinturas.
- Una pequeña piedra pegada, apoyada o encastrada (10 cm.) con el nombre puede ser suficiente y fácil de retirar.
- Bautizar las vías es un privilegio de los equipadores. No debemos olvidar que el nombre escogido quedará ahí para mucho tiempo.
- Desde el punto de vista de los aperturistas y equipadores, renombrar vías por el hecho de que se haya forzado un itinerario de artificial a libre, o de deportivo a auto protección, o por una primera ascensión, es algo no exento de muy razonables reproches desde diferentes puntos de vista, además puede generar confusión para identificar las vías.

PARTE ESPECÍFICA

BARRANCOS

Por: **Alberto Martínez Alcántara y Vicente Banegas Moreno**

INTRODUCCIÓN

El barranquismo es una práctica deportiva consistente en la progresión por cañones, barrancos, cauces de torrentes o ríos de montaña, a pie y/o a nado, con utilización de técnica y medios propios, tal como quedó definido en el IV Seminario de Espacios Naturales Protegidos y Deportes de Montaña. Este se celebró el 21 de abril de 2007 en la localidad de Covadonga (Asturias). (Ref. http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/5_F_es.pdf).

Fue un evento especialmente representativo para el barranquismo, ya que fue posible sentar en una misma mesa a diferentes personalidades, tales como representantes de parques, administraciones públicas y otras federaciones junto con la FEDME y expertos del talante de Luis Mariano Mateos y Enrique Salamero.
Se discutieron diferentes temas como la necesidad de regulación, los condicionantes, los criterios, los permisos, los equipamientos, los reequipamientos, la apertura de nuevos barrancos y sus requisitos.
En paralelo, a través del Área de Barrancos de la FEEC, se realizaron diferentes reuniones con gestores de parques, con los que se llegaron a acuerdos relevantes que permitían al practicante realizar la actividad, y al parque a regular el impacto.

A nivel federativo se llevaron a cabo diferentes iniciativas: entre 2005 e inicios de 2006 se generó el siguiente

documento "Reequipamientos en Barrancos: Principios y Reflexiones" (Ref. http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/677_F_es.pdf). El objetivo aquí fue intentar aunar al mayor número posible de organizaciones y puntos de vista, para poder generar un documento de trabajo base con el cual avanzar hacia unos pilares que fueran aceptados por el mayor número posible de entes vertebradores. Este documento fue originalmente creado por los responsables de Barrancos de la Federación Aragonesa de Montaña (FAM), la Federació d' Entitats Excursionistes de Cataluña (FEEC), la Escuela Vasca de Montaña, la Federación Española de Espeleología y la Sociedad Española de Medicina y Auxilio en Cavidades. A posteriori se adhirieron Federaciones de Montaña, de Espeleología y la Asociación de Guías de Alta Montaña (AEGM). En él se habla de la ética en el reequipamiento, los materiales a usar, su uso y el mantenimiento y la revisión de esas instalaciones.

En 2008, durante la celebración del evento Gorgs, se llevó a cabo una mesa redonda sobre los criterios de reequipamiento en descenso de barrancos. A ésta asistieron, a parte de algunos de los ya mencionados anteriormente, Federaciones de Espeleología, clubes, Mossos d' Escuadra (Unidad de Montaña), Departamento de Biodiversidad, gestores de parques y Bomberos (GRAE Unidad de Montaña). (Ref. http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/676_F_es.pdf).

En 2013 se creó el Área de barrancos de la FEDME y se amplió el alcance de todas estas iniciativas junto a otras de nuevas, como la redacción de un manual EEAM de Equipamientos y Reequipamientos en Barrancos. Después de sentar las bases para arrancar este proyecto, en 2017, a través de la EEAM, se realizaron las primeras Jornadas Estatales de Equipamientos y Reequipamientos en Barrancos dirigidas a responsables de Barrancos FFAA. con el objetivo de unificar criterios.

Durante todo este tiempo se han ido revisando todos estos términos y creemos que es momento para que, de nuevo, las Federaciones se sienten con las diferentes personalidades y se repase juntos el enfoque de los diferentes retos que tenemos por delante.

Como responsable del Área de Descenso de Barrancos, me gustaría agradecer a los técnicos del equipo que han participado en la redacción (Alberto Martínez y Vicente Banegas) y a los que no aparecen en la lista de autores, pero que han colaborado en la revisión de los contenidos (Rubén Rúa, Roberto Arroba, Alex Cerón,

Ana Jiménez), dedicando su tiempo libre a este cometido de forma voluntaria. De igual forma, a las personas que han pasado por el Área de Barrancos durante este tiempo, y a Joan Lluis Haro, con él arrancamos y cerramos exitosamente muchos de los proyectos.

Laura Samsó

OBJETIVOS

- Dar a conocer los materiales específicos de equipamiento que, por sus características técnicas, mejor se adaptan para realizar una labor de equipamiento o reequipamiento en cualquier tipo de régimen hídrico o seco.
- Recordar las pautas sobre la ética para la conservación del medio.
- Explicar la elección más idónea en la disposición de los anclajes asegurando un trabajo óptimo de las fuerzas que actúan, minimizando sobrecargas y problemas en la recuperación de la cuerda.
- Explicar los condicionantes que existen en los barrancos e intervienen en el deterioro de los anclajes para evitarlas y así poder equipar con garantías de longevidad y seguridad.
- Exponer las diferentes configuraciones de cabeceras a la hora de equipar, siendo más seguras, evitando roces y problemas derivados de la seguridad para el deportista.

1. HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS Y EQUIPOS

Las herramientas necesarias para acometer un equipamiento o reequipamiento en barrancos obviamente serían las mismas que podríamos utilizar para el resto de modalidades deportivas de montaña. Está información está contemplada en el apartado 4.5 "Material para instalación" de este manual. Podemos añadir como particularidad del barranquismo que presenta una serie de inconvenientes derivados del terreno acuático, ya que buscar una protección o elementos compatibles con el agua será una obligación para adquirir la compatibilidad de nuestro material. Sería necesario hacer especial hincapié en los materiales eléctricos como el taladro, frontales, GPS, cámaras, cuadernos acuáticos, aparatos electrónicos… En la actualidad existen diferentes marcas comerciales que disponen de accesorios para conseguir la estanqueidad y protección acuática de nuestras herramientas y accesorios utilizados en las instalaciones de nuestros barrancos como, por ejemplo, funda estanca para taladros de batería, bolsas estancas para dispositivos electrónicos, bidones o cajas estancas, etc. Todo dispositivo electrónico o accesorio que utilicemos deberá tener como mínimo una protección IP68 para garantizar su resistencia y durabilidad contra el medio acuático.

2. EQUIPAMIENTO Y REEQUIPAMIENTO EN BARRANCOS

2.1 Introducción al equipamiento y reequipamiento

El equipador o reequipador debe ser consciente que colocar un anclaje en un barranco conlleva cierta responsabilidad, que siempre hay que tener muy en cuenta junto con sus consecuencias jurídicas, tal como se explica en el apartado 1 "Aspectos jurídicos del equipamiento" de este manual. Es importante conocer de qué herramientas disponemos y cómo utilizarlas.

- **Fases del equipamiento de un barranco**

El equipamiento de un barranco evoluciona y cambia a lo largo de la vida de éste, y pasa por varias etapas:

- Barranco en su apertura, exploración o aventura. Suelen ser barrancos desconocidos o en lugares remotos, poco transitados o de poco interés deportivo, en los que los anclajes son precarios o con pocas garantías de seguridad. En su gran mayoría son anclajes naturales.

- Barranco en desarrollo deportivo. El barranco, por sus características, es descendido por más deportistas que buscan una mayor comodidad y seguridad en el descenso. Se equipan o se modifican nuevos puntos de anclaje y se buscan puntos más propicios para su descenso.

- Barranco equipado. Su proceso de equipamiento ha llegado a su fin. Como consecuencia de haber pasado por las dos fases anteriores, el barranco se encuentra con todos sus anclajes, en las condiciones más óptimas en cuanto a situación de cabeceras, acceso a ellas, etc. Estaría acorde con lo que los deportistas requieren para afrontar el descenso con un nivel de seguridad adecuado y otros factores determinantes para el buen desarrollo de la actividad. Tan solo habría que vigilar dentro de esta fase los posibles reequipamientos que habría que realizar a causa del deterioro de los anclajes existentes.

- Barranco comercial. Esta fase debería ser posterior a la anterior aunque a veces, tras comprobar que el barranco tiene futuro empresarial, se adapta a las necesidades de la empresas de turismo activo, para mejorar la seguridad y fluidez en los descensos de grupos numerosos de barranquistas, por lo que el barranco sufre un reequipamiento adaptado para facilitar el trabajo y ergonomía de los guías y aportar más accesibilidad a los clientes que en la mayoría de las ocasiones carecen de experiencia previa, por lo que el barranco es reequipado con más instalaciones, además de los existentes.

2.2. Disposición de los anclajes

2.2.1 Ubicación de los anclajes. Ética medioambiental

En el ámbito del barranquismo o en el descenso de cañones, son muchos los condicionantes a la hora de elegir qué poner en la pared y dónde para que la seguridad del barranquista no se vea comprometida, sin dilapidar el concepto de que el deportista tiene que adaptarse a la tecnificación que exija la propia configuración orográfica del barranco. A diferencia de en la escalada, preservar la ética del aperturista es

complejo, ya que en la apertura de un barranco cabe la posibilidad de no ver la línea de rápel más idónea hasta que se haya descendido, ya que el resultado que pretendía el primer autor puede ser inesperado por él mismo incluso. No sería comparable con la escalada porque el aperturista visualiza una línea, pero en el barranco la línea la marca el cauce, y quizás el aperturista por el material que lleve, las condiciones de acceso a la vertical, las condiciones hidrológicas o de morfología en el momento de su apertura u otras peculiaridades, tiene que equipar donde más fácil lo tenga en ese momento. Hoy en día es más sencillo con un taladro instalar anclajes recuperables para poder visualizar mejor la línea y esa línea de apertura adecuarla a la opción más óptima, a diferencia de cuando se usaban (tacos con cono de expansión) spit y no era donde se quería sino donde se podía y con los medios que se disponía y había.

No debemos de caer en el error de hacer uso abusivo del equipamiento para hacer un barranco más accesible a todos los niveles, pero sí intentar en la medida de lo posible conseguir un nivel de seguridad para proteger las posibles dificultades técnicas que tenga el descenso. Hay que recordar que en este tipo de deportes el riesgo cero no existe. (Referencia al documento de Ética en Reequipamientos y Módulo 2 " Aspectos Medioambientales del Equipamiento").

Debido a las variaciones hídricas y en ocasiones a cambios extremos ocurridos en el caudal en algún momento de su año hidrológico, se hace necesario especificar cuáles son las características a tener en cuenta a la hora de elegir la ubicación más adecuada adaptándonos a las peculiaridades de cada escenario en particular, sin mermar la seguridad, minimizando el deterioro del medio y pensando también en la longevidad de los anclajes.

Entendemos que la ubicación es el asunto primordial en la ejecución de un reequipamiento, por lo tanto, la colocación de los anclajes es un trabajo mecánico que requiere una praxis de ejecución correcta y su logro está ligado estrechamente a la formación y experiencia.

De una manera general, el emplazamiento de los anclajes debe ser fácil de localizar e intuir para el uso que están destinados (autodescuelgue, desviador, fraccionamiento, etc.).

En cualquier caso, el cambio de ubicación de una cabecera deberá ser estudiada minuciosamente en cada

caso atendiendo a las recomendaciones que en este manual se recogen, primando por encima de todo la seguridad y el sentido común. Posteriormente se deberían actualizar y publicar las modificaciones en la reseña y ficha técnica del barranco.

Hay que recordar y aceptar que la propia morfología de los estrechos y cascadas no siempre permite que la ubicación sea la ideal y la más segura.

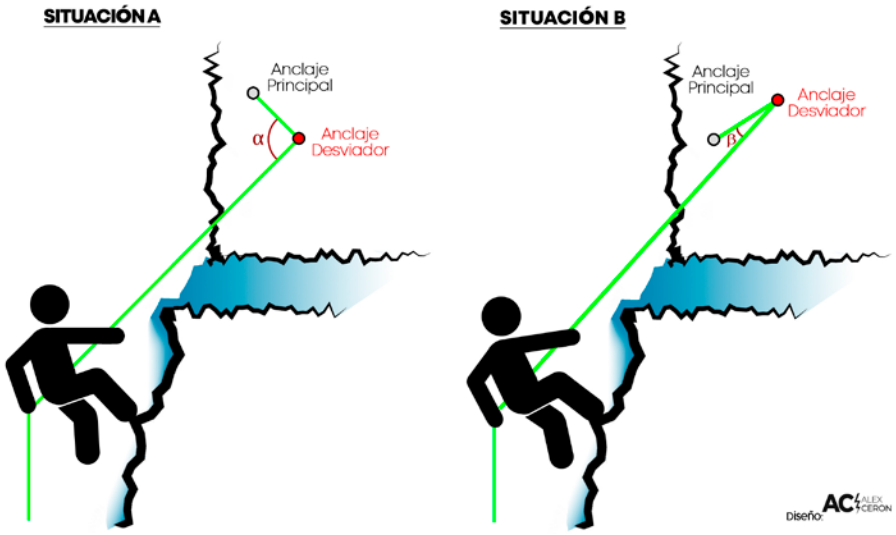
2.2.2 Física del rápel. Angulación y fuerzas sobre los anclajes

En este documento, se confecciona este apartado específico para equipamiento de cabeceras en el ámbito del barranquismo, por la particular forma de trabajo que presenta la composición de sus cabeceras con los ángulos formados por la cuerda y las fuerzas generadas por el peso del deportista sobre los anclajes, según la ciencia de la física, pues normalmente en los rápeles se efectúan fuerzas de flexo-tracción en los anclajes y la dirección de la fuerza va cambiando en un rango definido por la progresión que hace el barranquista y que no suele ser recta.

En barrancos podemos encontrar cabeceras en rápeles tumbados donde la angulación de la cuerda en la cabecera hace trabajar a los anclajes en flexo-tracción y en rápeles volados donde los anclajes de cabecera trabajan exclusivamente a cizalladura (siempre que la roca esté perpendicular al peso ejercido por el deportista).

Además de esta cuestión, tenemos la disposición y ubicación de los anclajes entre sí. Hay que entender que en rápeles montados con cuerda simple, en cabecera, un anclaje soportará todo el peso o fuerza que ejerce el deportista (ANCLAJE PRINCIPAL), y el segundo anclaje (ANCLAJE DESVIADOR) según la angulación que forme la cuerda, trabajará a modo de desviador y a su vez de anclaje solidarizador del conjunto, que actuará en caso de que el anclaje principal fallara uniendo entre sí la cadena de seguridad de nuestro sistema.

De ahí la importancia de la duplicidad de anclajes en todas las cabeceras, obviando las cabeceras monopunto.



En el dibujo podemos apreciar una situación A y otra B. En ambas, la línea de rápel va dirigida hacia la izquierda y se expresa un supuesto de instalación de rápel con cuerda en simple (es decir, hay una retención con un nudo o sistema desembragable de la cuerda de rápel en el anclaje principal).

En la situación A, el anclaje principal se sitúa por encima del anclaje secundario (ANCLAJE DESVIADOR). En este caso, la situación beneficia la recuperación de la cuerda y la fluidez a su paso por las anillas cuando la retención se efectúa en el anclaje principal, puesto que el rozamiento sobre el anclaje desviador será menor que en el supuesto B por cuestiones de trigonometría. Además, en A, el anclaje desviador soporta una carga mucho menor que en la situación B por una cuestión de física de ángulos. También sería ventajoso en caso de tener que realizar un contrapeso para una situación de socorro, ya que la maniobra requerirá menor esfuerzo en "A". Si hubiese que desembragar al barranquista, existe menos rozamiento sobre el anclaje desviador, lo que facilita la fluidez de la cuerda. Para pesos pequeños facilita mucho más la maniobra, siempre que los anclajes de cabecera estuviesen equipados de una forma óptima.

Además, el modelo B soporta lo que se denomina "ángulo crítico de la cuerda" sobre el anclaje desvidador, situación en la que el material textil de la cuerda sufre una curva aguda restando resistencia sustancialmente a la cuerda.

Este modelo de equipamiento para cabeceras en barrancos se lleva defendiendo en clínics/charlas desde el grupo de trabajo de ANCLAJES E INSTALACIONES perteneciente al Comité de Barrancos FEDME.

Esta forma de equipamiento "modelo A" conformado con dos anillas por anclaje favorece que las cargas soportadas se repartan reduciendo ángulos. También, cuando el rápel se instala en doble para progresar, obtenemos fuerzas menores en los anclajes primarios que si utilizáramos anilla simple, tensor sin anilla o un solo maillon. Esto es debido a que la orientación de las anillas disminuye la distancia entre ellas reduciendo en la cuerda el ángulo, y además acerca la cuerda hacia la bisectriz que forman las rectas que pasan por la dirección en la que orientamos los anclajes, tal y como lo hace el Sistema Auxiliar de Reunión (SAR) cuando triangulamos en una reunión. El resultado es un reparto más equitativo de la fuerza sobre los anclajes. De esta forma también reducimos los efectos negativos del llamado triángulo americano producido siempre cuando se rapela con cuerda en doble sobre anclajes no alineados en la línea de rápel, es decir, las anillas hacen casi de triangulación al alejar la cuerda de las fijaciones que está en la roca.

Además de efectuar una disposición angular adecuada, cuando estamos equipando, debemos orientar las chapas o tensores hacia la dirección de la línea de rápel o línea de pasamanos para evitar futuras torsiones. Esta práctica apenas se tiene en cuenta durante el trabajo de equipamiento.

En la disposición de los anclajes, también se desaconseja la colocación de forma alineada en vertical. Esta configuración puede provocar rotación de la anilla en el anclaje inferior, acrecentando la corrosión por tensión sobre el anclaje al disponer de una sola anilla, y por la configuración alineada en vertical dificulta la intuitividad de por dónde insertar la cuerda. También le provoca ángulos críticos a la cuerda tal y como se muestra en la imágen.

Existen excepciones con configuraciones alineadas en vertical como en las reuniones de cadena en "L", donde a diferencia de lo expuesto anteriormente, la cuerda se pasaría por una sola anilla y no por dos.

2.3 Tipos de anclajes

2.3.1 Anclajes naturales

La resistencia de un anclaje natural puede ser muy desigual. En general, ante el menor signo de duda se debería desconfiar de ellos y rehusar su utilización, a no ser que, tras haber realizado una exhaustiva revisión de los mismos, tengamos la firme certeza de que ofrecen la suficiente resistencia. De estos elementos no podemos saber fielmente su resistencia, ya que es difícil conocer el estado de la piedra, su dureza o si tiene fisuras internas. La utilización de reaseguro garantizará la resistencia de cualquier instalación. Aun así, asegurado en un anclaje fiel diferente, se suele someter con una probadora (con un pedal), tal y como se hace en escalada artificial, a una fuerza similar a la que se generará en un rápel.

Como punto favorable podemos decir que su rapidez de instalación y desinstalación es superior a la de la mayor parte de las fijaciones artificiales. Su impacto sobre el medio es nulo o muy bajo, ya que normalmente éste no sufre ningún tipo de alteración.

En contraposición, no siempre podremos disponer en el lugar requerido de un anclaje natural que reúna las características adecuadas para poder utilizarlo. Cuando llegamos a una cabecera en la que ya hay un natural instalado, no sabemos desde cuándo está ahí, su resistencia, las inclemencias que ha soportado. Por lo tanto, hay que testearlo asegurándolo a un nuevo anclaje instalado por nosotros para comprobar la fiabilidad del mismo, para que él último que descienda pueda hacerlo por él sin necesidad de abandonar nuevos materiales. En cualquier caso, existen maniobras para hacer naturales recuperables de forma que la fiabilidad de los materiales será la que nosotros portemos. Pero para su uso se requiere formación y experiencia en su utilización.

2.3.1.1 Materiales para su confección

Siempre que sea posible, evitaremos fijar la cuerda de instalación directamente sobre un anclaje natural con objeto de evitar su deterioro. Colocaremos un anillo de cuerda, cordino o cinta y un mosquetón con seguro

o maillon sobre el anclaje en cuestión y posteriormente instalaremos la cuerda.

Se deberá tener un especial cuidado con los anillos de cuerda, ya que siempre estarán sometidos a roces, lo que obligará a controlarlos y cambiarlos sistemáticamente. Los anillos de cuerda (de poliamida) utilizados no deberían tener un diámetro inferior a 8 mm, ya que de lo contrario los valores de resistencia serán demasiado bajos. Si los anillos son de kevlar® o Dyneema®, gracias a la mayor resistencia de estos materiales, se podrá trabajar con diámetros inferiores de hasta 5 mm, pero hay que tener en cuenta sus limitaciones debido al deterioro prematuro con respecto al resto de materiales de mayor diámetro por la incidencia de las inclemencias del medio donde se ubiquen (acción de los rayos ultravioleta).

Los anillos se pueden cerrar mediante un nudo de pescador triple u ocho cosido y las cintas planas mediante un nudo de cinta o nudo plano, aunque también se comercializan algunos modelos unidos mediante una costura realizada por el fabricante. Si lo confeccionamos con Dyneema® por la característica del material, que es resbaladizo, hay que tener precaución. Si anudamos con pescador triple, dejaremos un mínimo de 15 cm de sobrante de chicotes con respecto al nudo de unión. También existe la opción menos utilizada de anudar con un nudo ocho triple.

Nudo pescador triple

Nudo plano o de cinta

Cuando fijemos un anillo sobre un anclaje cerrado, como por ejemplo un puente de roca, la forma más adecuada de hacerlo consistirá en pasar un extremo por el interior del orificio, dándole tantas vueltas como así nos permita su longitud, y por último se anuda. Hay que tener en cuenta que cada una de las vueltas

que se dé al anillo sobre el anclaje duplicará la resistencia del mismo, impidiendo además que el nudo de unión se apriete en exceso y repartiendo el rozamiento. Quizás en algunas circunstancias debido a la situación del anclaje o del equipador, resulte más sencillo realizar primero el anillo de la longitud deseada y a continuación pasarlo en doble por el anclaje natural. Sin embargo, esta forma presenta el inconveniente de que el mosquetón gire y de que la carga recaiga sobre el gatillo de cierre del mismo, con el consiguiente riesgo que ello conlleva.

Nunca se debe montar la cuerda de rápel sobre el anclaje confeccionado con elementos textiles. Siempre tenemos que complementarlos con algún conector metálico, ya sea anilla, maillon o mosquetón, de esta manera evitaremos el deterioro prematuro de la cuerda de rápel al friccionar textil con textil.

2.3.1.2 Fijaciones en elementos naturales

Siempre que el anclaje natural tenga una elevada resistencia y no exista ninguna duda de ello, podrá utilizarse como único punto de anclaje.

Si el anclaje no se encuentra cerrado (cuerno de roca) y existe riesgo de que el anillo que hayamos confeccionado en el mismo se salga, haremos que éste dé un mínimo de dos vueltas sobre el anclaje natural y se fijará la cuerda de instalación únicamente a una de ellas, con lo cual la otra estrangulará al elemento natural impidiendo así que se pueda salir el anillo de cuerda de él. También se le puede realizar al anillo un nudo de alondra o ballestrinque para favorecer su fijación. Sin embargo, ambos nudos reducirán algo más de la mitad la resistencia del anillo (52%), por lo que se deberá valorar en cada caso lo que resulte más aconsejable.

2.3.1.3 Anclaje estructural, puente de roca artificial o también llamado Abalakov

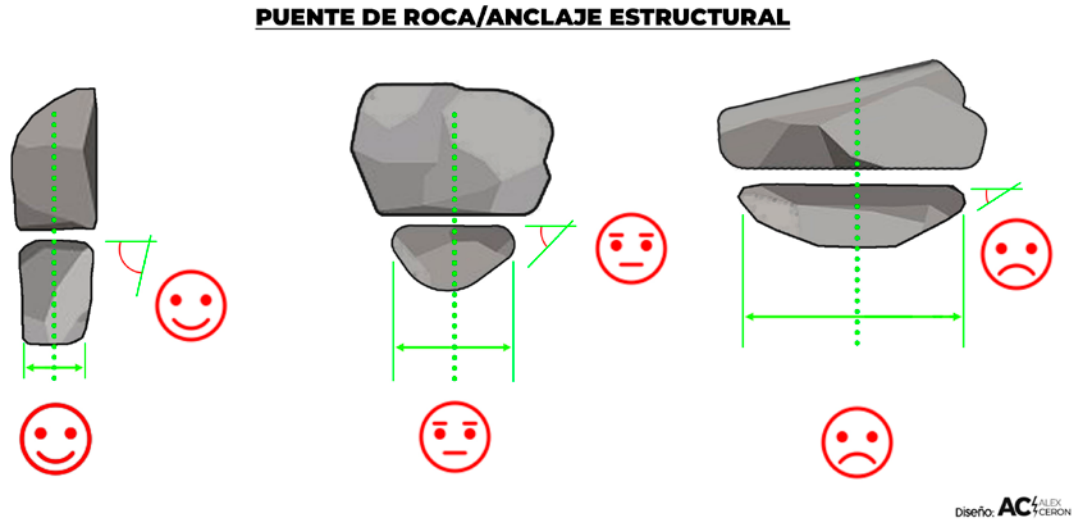
En algunas rocas en las que no existen puentes de roca, grietas o árboles para instalar un anclaje natural, es posible improvisar uno mediante el uso de un taladro. Esta técnica conocida con el nombre de puente

de roca artificial, anclaje estructural o abalakov, consiste en taladrar la roca mediante una broca de gran longitud, creando de este modo un conducto que la atraviese totalmente y permita introducir, mediante la ayuda de un cordino guía, algún alambre o fiador, una cuerda para confeccionar nuestro anclaje mediante un anillo cerrado.

Este tipo de anclaje (originalmente utilizado en escalada en hielo) tiene su caducidad ligada principalmente a las características del textil utilizado en la confección del anclaje y, dependiendo de las inclemencias a las que esté expuesto tendrá mayor o menor vida útil. El abalakov es un anclaje perfectamente fiable y robusto si se utiliza en una calidad de roca muy dura (aprox. 50 kn con cuerda semiestática de ø13mm). En una roca cuya resistencia es baja, podemos aumentar la resistencia de nuestro anclaje aumentando la profundidad del agujero para abarcar mayor volumen de roca.

2.3.1.4 Anclaje estrurctural , puente de roca o Abalakov con taladros rectos

Son los más fáciles de realizar y equipar ya que la cuerda puede salir con mayor facilidad debido a que apenas existen roces y angulaciones en el orificio. Sin embargo, este tipo de superficies donde realizar taladros horizontales son poco frecuentes o su resistencia es dudosa. El riesgo de debilitar el anillo de cordino con las aristas de la roca es muy pequeño, por lo que en la medida de lo posible podremos redondear los taladros de salida (aristas exteriores) suavizando el roce de la cuerda. Hay que tener en cuenta que los ángulos sean los correctos para que la cuerda realice un reparto de la carga equitativa en el anclaje sobre la roca.



2.3.1.5 Puente de roca/anclaje estructural/abalakov en V

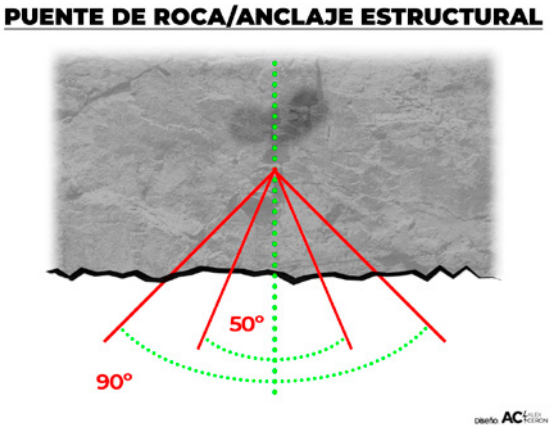
Cuando el abalakov funciona en tracción perpendicularmente al eje de perforación, puede aumentar su resistencia aumentando el volumen de la roca, y reducir los ángulos exteriores mediante perforación de dos orificios separados.

Pero en este caso estamos en presencia de un abalakov en V y el fiador se convierte en esencial.

Para los abalakov o anclaje estructural que trabajan en cizalladura, el principal problema es el desgaste del anillo de cordino a la salida de los dos orificios, por lo tanto, es mejor cerrar en la medida de lo posible su ángulo para minimizar el desgaste.

Para abalakov que trabajan a extracción, debe evitarse el ángulo de apertura demasiado cerrado para no debilitar el anillo de cordino en caso de choque y tener mayor volumen de roca para una mayor resistencia.

El ángulo de apertura ideal del abalakov en “V” está entre 50° y 90°.



2.3.1.6 Técnicas de anclajes recuperables (goshting)

Existen técnicas de instalación de cuerda, con salvarramas certificados según la UNE EN 795 como anclajes de tipo B que requieren de formación y que permiten la recuperación del anclaje con cordelette o técnicas similares. También hay nudos como el Tromp de la Mort, nudo CEM, pesos muertos (sacos rellenables con tierra, piedras o agua), técnicas que permiten recuperar la cuerda sin necesidad de abandonar ningún tipo de material en barrancos donde no existen opción de utilizar anclajes artificiales debido a restricciones medioambientales, o por la carencia de recursos del terreno.

2.3.2 Anclajes artificiales

Recordamos que son aquellos elementos testados y fabricados con diferentes aleaciones de metal que presentan una elevada resistencia, condicionada a una correcta instalación según especificaciones del fabricante mediante el empleo de diferentes herramientas. El tipo de roca donde se insertan también condiciona la resistencia del conjunto.

Se puede clasificar en fijaciones recuperables (tornillos rosca piedra, parabolt extraíble Triplex, Coeur de Petzl...) y no recuperables (taco autoperforante expansivo, taco expansivo -parabolt-, tensor químico…).

Desde FEDME abogamos siempre que sea posible equipar adecuando el tipo de anclaje, métrica, diámetro y

aleación de metal a la roca en la que se trabaja, y anclajes con doble anilla en equipamiento de barrancos, puesto que si la roca es buena, la longevidad del anclaje será mayor, y con la doble anilla la fijación primaria no se verá afectada con el desgaste por fricción de la cuerda. La orientación angular de los anclajes dividirá mejor la carga entre los mismos por lo que hay que orientar los anclajes siempre hacia la dirección de la línea de rápel o dirección del pasamanos. La recuperación de la cuerda siempre será más fácil. El desgaste por el uso se verá repartido proporcionándole mayor longevidad. Si hay desgaste de la anilla de trabajo siempre se podrá eliminar esta anilla y sustituir por un maillon sin necesidad de modificar la fijación primaria que está en contacto con la roca.

Para equipar o reequipar un barranco, en primer lugar, debemos saber en qué tipo de barranco nos encontramos. Si es un barranco consolidado trabajado por muchas empresas quizá sería conveniente utilizar el tercer anclaje para facilitar el trabajo del guía. Si es un barranco que nunca tiene caudal ni crecidas se podría valorar optar por los equipamientos que vienen ya solidarizados con eslabones de cadena de fábrica para no tener que confeccionar ningún Sistema Auxiliar de Reunión (SAR). Si el barranco presenta una ubicación comprometida con un ambiente corrosivo hay que valorar qué aleaciones compatibles con el medio utilizar.

2.3.3 Factores a tener en cuenta en equipamientos y reequipamientos

Siempre que vayamos a acometer un equipamiento debemos tener muy presente salvaguardar lo máximo posible la integridad del lugar, no excediéndonos con la colocación de demasiados anclajes, siempre ciñéndonos a una ética atendiendo a las premisas que en este manual se citan.

1º Determinar en qué tipo de barranco estamos. Por ejemplo, si se trata de un barranco alpino, intentaremos equipar anclajes en naturales.

2º Se realizará un estudio de la ubicación de los anclajes para que se cumplan los siguientes aspectos:

- Máxima seguridad para el barranquista.
- Mínimo impacto ambiental.
- Máxima longevidad de los anclajes.

- Equipar un mínimo de 2 anclajes en cabeceras principales, fraccionamientos, inicio de pasamanos; y en pasamanos aislados también 2 anclajes al inicio y final de éste.

- En rapeles guiados siempre equipar un mínimo de 2 anclajes, tanto en la cabecera de rápel como en la instalación del guiado bajo el rápel.

- Procurar el equipamiento en ubicaciones que faciliten la localización por parte del barranquista e intuitivas para la instalación de la técnica correcta de progresión.

- Procurar, cuando sea preciso, un acceso seguro al rápel mediante un pasamanos o descuelgue.

- En el proceso de equipamiento de la cabecera hay que tener muy en cuenta la fácil recuperación de la cuerda desde la base del rápel, evitar los roces de la cuerda sobre la roca en la trayectoria del rápel, sobre todo en los primeros metros desde el inicio de la cabecera del descenso, aproximadamente los 5 primeros metros donde la cuerda es más susceptible al corte de aristas debido a la tensión contenida por el peso del barranquista.

- Realizar un estudio in situ de las fuerzas que van a actuar sobre los anclajes y aplicar la mejor ubicación para minimizar estas fuerzas cuando la cuerda esté trabajando sobre ellos en el momento del descenso del rápel.

- Prever el equipamiento de fraccionamientos para rápeles de más de 30 metros y el de desviadores para evitar el deterioro de las cuerdas.

- Equipar a una altura adecuada que minimice el factor de caída y a la vez permita la fácil conexión de la baga doble de seguridad para una persona de estatura media.

- Evitar que el barranquista deba rapelar en su trayectoria de rápel sobre formaciones naturales susceptibles de deterioro o vegetación autóctona sujeta a protección especial.

- Adecuar el equipamiento para poder realizar el descenso en cualquier época del año y con cualquier nivel de caudal dentro de los rangos de aforamiento del barranco en cuestión.

- Evitar el equipamiento en zonas susceptibles a crecidas. Hay que tener un amplio conocimiento del

lugar o realizar un estudio para ubicar la cabecera al resguardo de posibles avenidas habituales.

- Eliminar los anclajes antiguos o dañados para evitar su uso y preservar la seguridad del barranquista. Podríamos hacerlo extrayéndolos de la roca, si esta acción no debilita la zona cercana a la nueva ubicación de la cabecera, o simplemente cortarlos evitando dejar filos cortantes que puedan producir lesiones. Hay que procurar mimetizar los orificios con barro u otro material, minimizando el impacto visual.

- En el equipamiento de anclajes químicos, es recomendable guardar una muestra de cada inyección de resina para comprobar su correcto fraguado.

- Se recomienda testear mediante dinamómetro aleatoriamente los anclajes a las cargas que la normativa de anclajes recomienda en las revisiones periódicas anuales.

- Realizar un archivo con la documentación de todos los materiales utilizados, datos relevantes, que se obtuvieron en el momento del equipamiento para tener un registro de trazabilidad.

- Generar una nueva reseña del barranco para su posterior publicación.

2.3.4 Tipos de roca e idoneidad de fijaciones.

Nos interesa conocer la resistencia del sustrato donde vamos a emplazar nuestros anclajes para poder elegir el equipamiento más idóneo. Según recomendaciones del Comité de Protección des Sites et Rochers de´Escalade (C.O.S.I.R.O.C), órgano consultivo que depende de la FFME para el equipamiento de zonas de escalada, se establece una clasificación de las rocas según su compresión: véase el módulo 4.2 TIPOS DE ANCLAJES de este manual donde se describen detalladamente las métricas y el tipo de fijación a utilizar en cada tipo de roca para el equipamiento de nuestras cabeceras en barrancos.

EQUIPAMIENTO SEGÚN LA SOLIDEZ DE LA ROCA

Según las recomendaciones del Módulo 4.2. Consideraciones Técnicas Anclajes de este manual. Tabla resumen tipo de anclajes según tipo roca.

En roca sana y suficientemente sólida hay que equipar con un mínimo de dos anclajes, utilizando resinas químicas y/o de fijaciones expansivas (sólo se utilizarán fijaciones expansivas si la roca es completa y homogéneamente sólida). La profundidad de los orificios para el emplazamiento de fijaciones dependerá de la calidad-dureza de la roca, a más dureza menos profundidad, y viceversa, a más blanda más profundidad.

En roca mojada/húmeda: actualmente existen en el mercado resinas químicas adaptadas para su uso en ambientes húmedos o completamente sumergidos. En este aspecto se ha avanzado mucho permitiendo el fraguado incluso en orificios inundados o con posibles filtraciones. Si no fuera posible la utilización de anclaje químico, se optará por fijaciones de expansión fabricadas en aleaciones inoxidables o super inoxidables.

En rocas blandas o de mala calidad siempre se utilizará fijación adhesiva para garantizar la máxima resistencia del conjunto. Se buscará trabajar en profundidad optando primeramente por anclajes comerciales que dispongan de una longitud extra, y cuando la opción comercial no nos alcance la medida de profundidad necesaria, existe la opción de utilizar varilla roscada de la misma aleación de las que estarían fabricadas nuestras placas de anclaje y tornillería. No se recomienda la confección de la "punta de flecha" en la realización del orificio, puesto que se ha demostrado que su utilización en un plano vertical no implica un aumento de la resistencia a cizalladura, sino un deterioro del sustrato más próximo al exterior y por consiguiente, una menor resistencia.

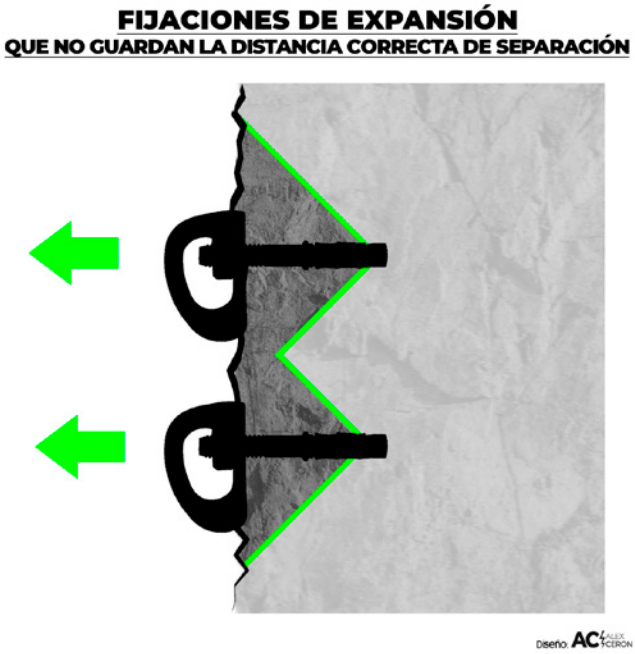
RECOMENDACIONES PARA REEQUIPAR O RESTAURAR UNA CABECERA DETERIORADA

Cuando el emplazamiento de la nueva cabecera se deben de hacer en el mismo lugar que la antigua, puesto que es el más idóneo, hay una serie de recomendaciones a tener en cuenta según el tipo de fijación que tengamos en la roca y la que vayamos equipar en el nuevo emplazamiento:

- CUANDO EL ANCLAJE ANTIGUO ES EXPANSIVO:

  En este caso, los anclajes por expansión han provocado debilitamiento del sustrato de roca debido a su cono de expansión, por lo que la colocación de los nuevos anclajes expansivos habría que ubicarlos aproximadamente entre 20 y 30 cm distanciados de los antiguos (dependiendo de la longitud que tengan las fijaciones; cuanto más largo es el espárrago mayor cono de expansión, por lo tanto, más

hay que distanciarlos). En la imagen se observa cómo no se ha respetado esa distancia entre fijaciones, solapándose ambos conos de expansión y aumentando el deterioro de la roca por sobretensión.



Si los nuevos anclajes fueran tensores químicos, nos permitiría acercarnos más a los anclajes antiguos, tomando la precaución de no ubicarlos dentro del área del cono de expansión antiguo.

- CUANDO EL ANCLAJE ANTIGUO ES UN TENSOR QUÍMICO:

Si decidimos utilizar fijaciones químicas para nuestra nueva cabecera, podremos reducir la distancia entre ambas, ya que no existe debilitamiento de la roca por sobretensión.

2.3.5 Cabeceras

2.3.5.1 Cadena con Anilla en "L" o reunión en linea

Las cadenas en "L" están totalmente desaconsejadas en barrancos con curso hídrico activo, debido a que el

material de arrastre de una crecida puede insertarse o golpear contra la cadena produciendo el deterioro del conjunto; por el contrario, sí sería correcta su utilización en barrancos secos o en ubicaciones donde a priori se conoce que ninguna crecida pueda incidir sobre ella.

A la hora de realizar su equipamiento nos remitiremos al Módulo CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE ANCLAJES, en el apartado "Cadenas en línea", donde se explica su ejecución.

Está desaconsejado realizar el equipamiento de este tipo de cabecera intentando conseguir que el anclaje superior soporte la carga en conjunto con el anclaje inferior cuando se realiza el montaje de la instalación de la cabecera de rápel, debido a que priva a la anilla de movimiento, produciendo el desgaste por rozamiento de la cuerda siempre en la misma zona. También sería erróneo que la carga solo quedara del anclaje superior como se muestra en la imagen.

2.3.5.2 Cadena en "V" o en triángulo

En este tipo de cabeceras, su principal función es ecualizar la carga sobre los anclajes. En barrancos, a diferencia de en escalada, la línea de rápel no suele seguir un mismo trazado, por ello la ecualización de la reunión se ve afectada balanceando la carga sobre un solo anclaje cuando el barranquista se sale de la línea de rápel, una situación que se suele producir con frecuencia.

No obstante, en rápeles totalmente volados, el tiro de la cuerda siempre será el de la gravedad y, puesto que no hay pared donde poder variar la línea de rapel, la reunión repartirá siempre entre los dos anclajes, y sería una buena opción a elegir.

2.3.5.3 Anclajes tipo “U”

Es uno de los anclajes que mayor resistencia da en ensayos destructivos.

En barrancos, este tipo de anclaje podría ser bueno para colocarlo al inicio de pasamanos, ya que se considera como dos puntos. Además, para aportar longevidad, debido al desgaste por fricción de la cuerda, se debería incluir, previo a su equipamiento, una anilla o dos (anilla o maillon). Con esto también redundamos en seguridad puesto que la cuerda pasaría por la anilla y así evitaríamos caer en el error de realizar una instalación con sistema de retención sobre la U, ya que por las dimensiones menores del sistema de retención sería peligroso pudiendo producir un posible accidente como ya ha pasado. Si se va a compartir con otro anclaje porque va a formar parte de una cabecera es importante que se le inserte dos anillas para evitar la torsión de las mismas.

En caso de que se utilice para el emplazamiento de una cabecera principal de rápel, siempre se debe acompañar con un segundo anclaje tipo tensor químico con anilla doble o plaqueta con anilla doble. De esta forma, evitaremos que se pueda caer en el error de retener la instalación de rápel sobre el anclaje en “U”.

2.3.5.4 Descuelgues no unificados

Existen en el mercado como los tipo “Amerika” de Fixe o “Europe” de Raumer (usados en reuniones de escalada) que los hay en inoxidable y son una buena opción para el equipamiento en puntos intermedios de

pasamanos. En barrancos comerciales sería una buena opción para que exista mayor fluidez entre grupos. La instalación de un pasamanos de cuerda con este tipo de anclajes se hace muy rápida y segura.

2.3.5.5 Placas con monoanilla o anilla doble

Ya hemos hablado e insistido en el uso de la doble anilla por las amplias ventajas que nos ofrece. Sin embargo, en el mercado también existen placas con una sola anilla. Deberemos diferenciar entre placas reviradas y placas acodadas, cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes que veremos a continuación. La elección de un modelo u otro puede propiciar que la progresión en barrancos sea más cómoda o que se tenga que prestar especial atención a la forma de introducir la cuerda a través de las anillas para no desencadenar problemas de recuperación en la cuerda.

Plaqueta revirada doble anilla

Chapa acodada con maillon

PLACA REVIRADA CON UNA ANILLA O MAILLON

Este tipo de placas, en una línea de rápel con trayectorias convexas (panza de roca) que presente rozamientos como en la recuperación de la cuerda, ocasionan problemas de fluidez o derivados del atrapamiento de cuerda por el efecto cepo de la anilla a la hora de realizar la recuperación. Esto ocurre si a la hora de introducirla se realiza de forma que la cuerda de recuperación, al traccionar de ella para su recuperación, produzca que la anilla presione la cuerda que asciende hacia la roca produciendo el efecto cepo e impidiendo que la cuerda deslice con fluidez.

La tendencia de los fabricantes en anclajes para barrancos es diseñar los nuevos anclajes revirados para que queden de forma perpendicular a la roca y esto no ocurra.

PLACA ACODADA CON UNA ANILLA O MAILLON

En este modelo de placas del tipo acodadas no ocurriría esta situación anterior, porque la anilla queda perpendicular a la pared y propicia la óptima fluidez de la cuerda sin estorbar con la roca. La posición perpendicular de la anilla puede presentar un inconveniente a la hora de su equipamiento en una cabecera, dado que su posición propicia el acercamiento del maillon o de la anilla con la roca y por consiguiente el rozamiento metal-roca. Este tipo de placas, por lo tanto, son idóneas para zonas de roca ligeramente extraplomadas.

2.3.6 Fraccionamientos

Cuando existen rápeles superiores a 30 metros, se recomienda realizar el equipamiento de una cabecera para propiciar el fraccionamiento en dos o más tramos la vertical del rápel. Esto es así porque la medida estándar que suelen llevar los barranquistas en cuerda no es de más de 60 metros por peso y volumen en la

mochila. Un fraccionamiento debe estar constituido siempre por una cabecera de 2 anclajes como mínimo. Sería interesante valorar un tercer anclaje o una instalación a parte de la cabecera que propicie una espera cómoda en el fraccionamiento para el grupo de barranquistas, y así poder realizar un apoyo o aseguramiento a los compañeros en caso de necesidad.

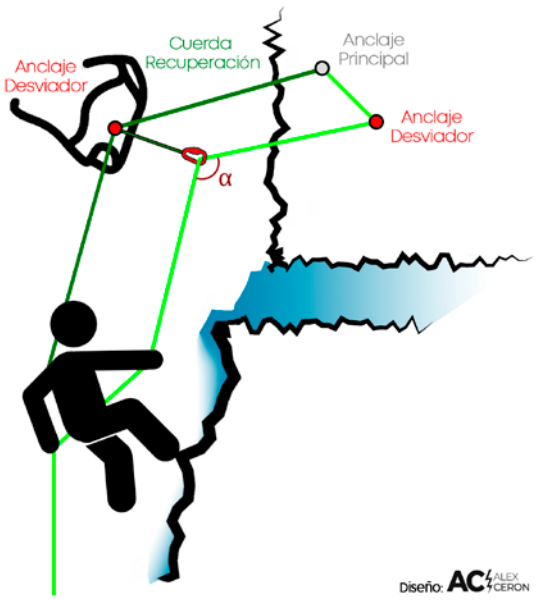
Siguiendo al hilo del tercer anclaje se hace necesario principalmente porque los fraccionamientos de verticales largas exigen la conexión a la cabecera de la cuerda del rapel superior por seguridad; así evitamos el colapso y sobrecarga de la cabecera principal del fraccionamiento, y facilitamos el acercamiento del barranquista al fraccionamiento que deberá estar equipado fuera de la línea del rápel superior.

2.3.7 Desviadores

El equipamiento de desviadores en barrancos no es algo muy habitual entre los equipadores. La instalación y progresión de este tipo de instalaciones demanda un nivel técnico más alto para el barranquista.

Su función está diseñada para desviar la cuerda de la línea de rápel debido al roce severo de la cuerda sobre una arista de roca durante el descenso. También puede ser utilizado para desviar la línea de rápel de un posible riesgo acuático o dificultad.

A la hora de acometer su equipamiento se conforma como único punto de anclaje. En teoría, si el ángulo que forma la cuerda en la línea de rápel provocado por el desviador es menor de 90° (ángulo α en el dibujo) sería necesario redundar con 2 anclajes por seguridad.



2.3.8 Pasamanos

Existen dos tipos de pasamanos cuando hablamos en el contexto de la progresión: pasamanos aislados o pasamanos que dan acceso a la cabecera de rápel. A continuación, se muestra la configuración que se recomienda para el equipamiento de pasamanos.

- Pasamanos aislado:

Denominamos pasamanos aislado a aquel que su progresión no te lleva a una cabecera de rápel, sino que es utilizado para evitar un riesgo, por ejemplo, una marmita trampa (Barranco del Infierno en Vall de Ebo) o un pasillo estrecho donde el caudal entraña un peligro y necesitamos alejarnos del activo para realizar una progresión horizontal segura (Oscuros de Balced).

El equipamiento se realizará con dos anclajes en los puntos inicial y en el final, orientados hacia la trayectoria del pasamanos para distinguir/disuadir de una posible utilización errónea como cabecera de rápel, y en los puntos intermedios si los hubiese, un único anclaje con doble anilla o los establecidos en el punto 2.3.5.4..

Pasamanos Barranco del Infierno (Vall de Laguar-Alicante)

- Pasamanos de acceso a rápel:

Denominamos pasamanos de acceso a rápel aquel que nos lleva a la cabecera principal del rápel. Su equipamiento se realiza con dos anclajes en el punto inicial orientados hacia la dirección del pasamanos para distinguir/disuadir de una posible utilización como cabecera de rápel. Respecto a los puntos intermedios, si los hubiera, el primero se debe de colocar próximo al inicio del pasamanos, de esta forma cuando visualmente divisamos esta configuración seremos capaces de saber rápidamente que nos encontramos ante el inicio de un pasamanos. El punto final lo constituirán los dos anclajes que componen la cabecera de rápel al que lleva el pasamanos.

La orientación de los anclajes en este modelo/configuración de cabecera para pasamanos sería el más idóneo ya que soportan de forma óptima las fuerzas que se ejercen por la progresión de un barranquista, tanto en horizontal como en vertical, en el caso de que el barranquista tuviera una caída.

Es importantísimo que todo pasamanos esté equipado salvaguardando el principio del factor de caída para que su grado de protección sea el mayor. De nada sirve si se equipan los anclajes bien y luego se encuentra en un factor de caída $F \geq 1$.

La configuración de cabecera en "L" para el inicio de pasamanos se ha ido extendiendo cada vez más como identificativo para que el barranquista visualmente pueda reconocer el inicio de pasamanos y no cometer el error de instalar la cuerda de progresión como cabecera de rápel, puesto que en ocasiones existe una convexidad de la roca o unas características orográficas que impiden visualizar la cabecera del rápel o intuir su ubicación cerca de la vertical. Instalar la cuerda de rápel en una cabecera de inicio de pasamanos podría derivar en problemas de roces con la cuerda, recuperación de cuerda o incluso por su ubicación tan alejada de la vertical del rapel, acercarnos innecesariamente al activo complicándonos nuestro descenso.

En el caso de pasamanos (semi)colgados o de difícil recorrido con pasos de escalada, los puntos intermedios estarán colocados a una distancia menor que posibilite alcanzar fácilmente los anclajes.

Inicio de pasamanos en "L" en Barranco Hoyos, Extremadura, para indicar que la cabecera principal está aguas abajo. Si abogamos por equipar con la configuración en "L", siempre con doble anilla para mitigar el desgaste del anclaje primario.

Detalle del desgaste del tensor químico primario.

PARTE
ESPECÍFICA

VÍAS FERRATAS

Por: **José Manuel Moreno Vélez**

INTRODUCCIÓN

El presente módulo girará alrededor de la normativa UNE EN 16869:2018 Diseño /Construcción de vía ferrata.

De manera directa o indirecta, se tratarán también una serie de normas que inciden sobre ésta.

OBJETIVOS

El objetivo del presente documento es tratar de ofrecer unos mínimos de correcto montaje, de instalación y de calidad exigibles según norma y criterios de buena construcción.

Se sigue siempre un criterio objetivo después de analizar y observar distintos modelos constructivos de vía ferrata, de manera que el constructor y promotor pueda seguir unas pautas constructivas.

Se incluyen unos patrones no normativos de acceso, escapes, mantenimiento, control de mantenimiento y reparación.

DEFINICIONES.

Algunas definiciones a tener en cuenta para sentar bases de cómo denominar cada punto según la norma UNE EN 16869:2018 Diseño /Construcción de vía ferrata:

- **Vía ferrata:** Recorrido, generalmente en terreno rocoso, que consta de una instalación de escalada fija que incluye una línea de seguridad, en la que el usuario no está bajo supervisión. (La simple presencia de un cable/una cuerda en una ruta de montaña no constituye una vía ferrata).

- **Instalación de escalada fija:** Línea de seguridad que permite el auto-aseguramiento del usuario mediante un sistema de protección frente a caídas que incluye un sistema de disipación de energía y/o un equipo opcional que facilite la progresión del usuario (por ejemplo: sujeciones de pie, sujeciones de mano, escalas, pasamanos, anclajes que también se pueden utilizar para una protección suplementaria durante la escalada en cordada).

- **Sistema de seguridad:** Línea de seguridad fijada a puntos de anclaje.

- **Línea de seguridad:** Instalación flexible o rígida, horizontal, vertical o inclinada, continua o discontinua utilizada como protección frente a las caídas desde altura y que puede servir de ayuda para la progresión.

- **Punto de anclaje:** Fijación de la línea de seguridad a una estructura, ya sea natural o artificial.

- **Ayudas a la progresión:** Sistema artificial para facilitar la progresión del usuario (pasamanos, lianas, etc.). Estas ayudas pueden no ser usados para el anclaje de la seguridad de la persona de manera clara. Se encuentran muchas veces en cadenas, cables secundarios y anclajes sueltos que ante su fallo no provocaría el daño grave al usuario que sufriría al fallar un elemento de seguridad

- **Plataforma:** Zona elevada generalmente situada delante o detrás del recorrido sobre la que los participantes pueden estar de pie.

- **Columpio gigante:** Sistema de actividad donde el participante realiza movimientos pendulares guiados (de vaivén).

- **Tirolina:** Sistema de actividad en el que el participante se desliza en sentido descendente por la acción de la gravedad.

- **Zona de recepción:** Zona para la recepción de un participante cuando sale de un punto de movimiento forzado.

- **Cambio de conexión:** Cambio manual de una parte de un sistema de seguridad a otro.
- **Cornisa:** Punto de relativa seguridad donde generalmente se comienza un tramo de vía ferrata o se realiza un intercambio con otra zona.
- **Puente horizontal:** Cualquier tipología de recorrido (puente tibetano, puente mono, puente de tablas, etc.) donde el recorrido no se realiza por peldaños.
- **Terminación:** Cierre de cable, según las directrices de fabricante o de norma UNE EN 13411-3 o UNE EN 13411-5.Los terminales marcan un fin de tramo de cable ya sea por cierre sobre si mismo o con otro. En caso de unir dos cables de distinta métrica, debe realizarse por medio de dos terminaciones independientes y con o sin conector.

GENERALIDADES

Se expondrán los detalles normativos a cumplir con anotaciones sobre cada uno.

En la instalación no debe haber bordes cortantes ni rebabas que puedan entrar en contacto con el usuario.

> NOTA: Extrapolando este punto, se considera que los vértices, cantos y partes sobresalientes dentro del espacio ocupado por el usuario que sobresalgan más de 8 cm y que no estén protegidos por superficies contiguas que no estén a más de 2,5 cm del extremo de la parte sobresaliente, deben estar redondeadas. La curvatura mínima del radio debe de ser de 3 mm. Esto supone que no deben usarse peldaños de tipo puño o auxilios de barandilla de tipo punzante.

Se recomienda un tratamiento anticorrosión. El grado necesario de protección lo debe definir el constructor responsable.

> NOTA: El galvanizado y pintado pueden tener distintas capas, tratamientos y tipos. Es responsabilidad del constructor escoger uno que cumpla su cometido para el ambiente en el que el material queda expuesto. En general, el cable y los elementos auxiliares disponen de un buen tratamiento para una vida media de manera comercial.

El diámetro nominal de la línea de seguridad debe estar comprendido entre 10 mm y 16 mm. Para el sistema de seguridad en el que la línea también se pueda utilizar como ayuda a la progresión, el diámetro nominal de la línea de seguridad debe estar comprendido entre 12 mm y 16 mm.

> NOTA: En general, se recomienda el uso de cable de métrica 12 con centro de cable (**MATERIALES: cables**).

No se autoriza el uso de cables metálicos recubiertos de plástico. Por tanto, tampoco se autoriza la reparación de un cable desgastado utilizando banda elástica o cinta de plástico.

> NOTA: Esto cumple un doble propósito: no usar materiales plásticos con resistencia a tracción (existen cables plásticos con grandes resistencias) que se ven afectados por los rayos UV, y que sea sencilla la identificación de un posible desgaste o rotura por parte de un inspector o usuario y con ello su eficaz reparación.

Cuando la línea de seguridad esté destinada a facilitar la progresión, no debe estar en contacto con la roca.

> NOTA: El cable no debe entrar en contacto con la roca (esto es especialmente importante para los sistemas en suspensión [puente/cable]). Por un lado, existe el peligro de que el cable se dañe por el roce con la roca; por otro, en caso de que el usuario se suspenda del cable, o lo utilice para parar una caída, el contacto del cable con la roca puede obstaculizar el sistema de aseguramiento.

Los extremos de las líneas de seguridad deben estar fijados a un anclaje y no directamente a la roca (por ejemplo, no deben estar pegadas dentro de un orificio).

> NOTA: Los anclajes deben ser reglados, no pudiéndose utilizar sistemas de amarre a roca ni introducción de cable en roca (añadiendo anclaje químico). Es un sistema que puede ser correctamente utilizado

similar a una unión de terminación cónica, pero al suponer un riesgo no controlado no puede realizarse.

La línea de seguridad no debe quedar interrumpida ≥ 1 m excepto en las zonas de bajo riesgo.

NOTA: No es usual que existan zonas de bajo riesgo en vías ferratas.

Los materiales se deben seleccionar y proteger de modo que los equipos fabricados con dichos materiales conserven su integridad estructural y sigan siendo utilizables antes de la siguiente inspección correspondiente.

Se debería extremar la precaución en la selección de los materiales cuando el equipo se vaya a utilizar en condiciones climáticas o atmosféricas extremas. Durante la selección de materiales o sustancias destinadas a la vía ferrata, se debería tener en cuenta su desecho final y los eventuales riesgos tóxicos para el medio ambiente.

NOTA: Esto limita los componentes sintéticos al deber comprobase de manera anual y según indica el fabricante por una persona competente, y los elementos metálicos sin protección contra elementos atmosféricos que permitan la conservación de sus propiedades.

Después de una caída, con o sin despliegue del sistema de disipación de energía (SDE), el usuario debe poder reanudar el recorrido por sus propios medios.

NOTA: Esto es especialmente complicado en puentes y vías ferratas con desplomes o zonas de techo.

MATERIALES

En general, los materiales de constitución de la vía ferrata influyen enormemente en la durabilidad de ésta. Aunque su costo en general es bajo, la elección de componentes por su naturaleza industrial y por ser un campo relativamente nuevo se vuelve un poco complicada. Especificaremos a continuación criterios mínimos y recomendaciones de estos.

La selección de los materiales y su uso debería ser conforme a las normas europeas apropiadas.

Cable de acero

Respecto al cable, se recomienda un cable que cumpla la normativa UNE EN 12385. El cable, al igual que la cuerda en escalada, supone un campo muy amplio con multitud de matices que intentaremos resumir sin entrar en la profundidad. Existe normativa común americana y de ISO pero nos centraremos en la europea.

La métrica puede oscilar entre 10 y 16 mm. Se recomienda 12 mm en todo el conjunto de la instalación y línea de vida. La razón es que el precio de materiales en relación a sus funciones de carga y cumplimiento normativo lo hace el idóneo para casi cualquier instalación, exceptuando tramos muy largos de puentes especiales y tirolinas, donde las resistencias pueden no cumplir los factores de seguridad marcados (VER ACCIONES Y CÁLCULO). De igual manera, será obligatorio el uso de cable galvanizado o inoxidable.

Tipos de cables según resistencia:

Clase nominal de resistencia a tracción MPa=N/mm²				
1570	1670	1770	1960	2160

Tabla 1: resistencias a tracción cable acero

Se recomienda el uso de las resistencias de 1770 y 1960 que optimizan el peso/resistencia del cable.

Tipo de cable según forma:

Actualmente existen un número muy alto de tipos de cables tal y como refleja el mercado y la normativa UNE EN 12385. Sin embargo, por la experiencia tenida, su uso particular y su competitividad económica se utilizan cables de 6x19, 6x36. No se recomienda cable antigiratorio. El cable de hilo pequeño siempre producirá roturas antes que el de hilo grande, sin embargo el agarre en terminaciones es peor. De igual manera en relación al centro de cable, queda prohibido que sea de otro material que no sea sintético o de acero, recomendando el acero en cualquier caso para evitar posibles aplastamientos.

Os dejamos una tabla de referencias de cables comerciales que dan buenas prestaciones de material:

NORMA	COMERCIAL
6x19+WSC	7x19
6x37+WSC	7x36

Tabla 2: cables comunes y óptimos

Terminales

Terminales tipo perno en U:

- Requisitos de construcción de anclajes/terminales de perno en U.

Normativa UNE EN 13.411-5. Los nombraremos como perrillos, sujetacable. En la norma se especifica de manera clara la EXCEPCIÓN del uso de tres unidades en lugar de cuatro unidades, tal y como establece la tabla siguiente.

- Requisitos de los sujetacables:

Marcado CE: existen dos tipos de sujetacables según norma. Comercialmente existen distintos modelos de fabricantes que deberán indicar sus cuantías, fuerza de apriete y posición por parte del fabricante, sin embargo, os expondremos el más común y reconocible pues el sujetacables con estrías es difícil de encontrar y bastante caro.

En cualquier terminal se hace imperante el uso de material auxiliar de guardacabo, vigota o guardacabo macizo según sus cargas.

En general, en ferretería es difícil conseguir este tipo de producto en distribuidores generales, ofreciendo únicamente un marcado DIN o CE. Lo recomendable es conseguir que específicamente cumpla la norma UNE EN 13411-5.

- Cantidad y par de torsión (apriete) de sujetacables:

DIÁMETRO	UNIDADES	PAR DE APRIETE
Cable diámetro < 8mm	3 unidades	3,5 Nm
Cable diámetro 10mm	4 unidades	9,0 Nm
Cable diámetro 12mm	4 unidades	20,0 N/m

Tabla 3: características unidades y apriete de terminales U

- Distancia entre sujetacables:

DIÁMETRO	DISTANCIA
Cable diámetro 10	Entre 3 cm y 6 cm (E)
Cable diámetro 12	Entre 3,6 cm y 7,2 cm (E)

Tabla 4: características separación de terminales U

- Posición del sujetacables:

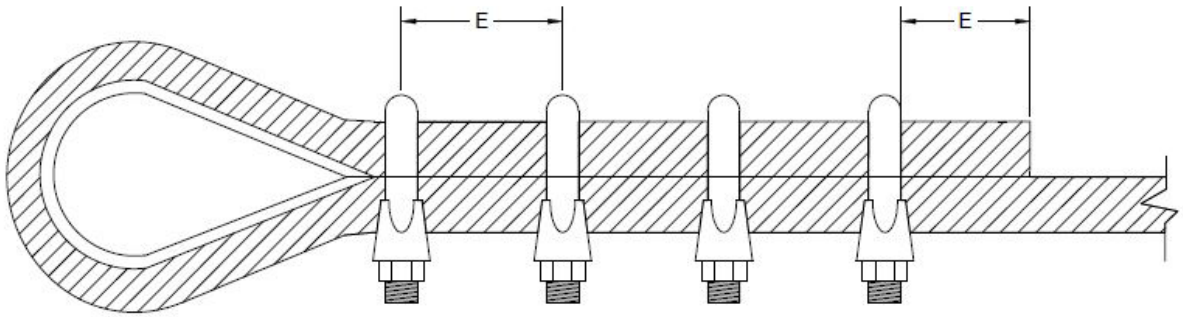


Imagen 1: terminación con perno en U

El uso de guardacabo es obligatorio para poder mantener el ángulo de cable y evitar la rotura del material. Una terminación sin guardacabos no se considera correcto

- Unión de cables:

Se realiza por medio de la unión del mismo número de sujetacables en dirección opuesta a continuación, tal y como se muestra a continuación:

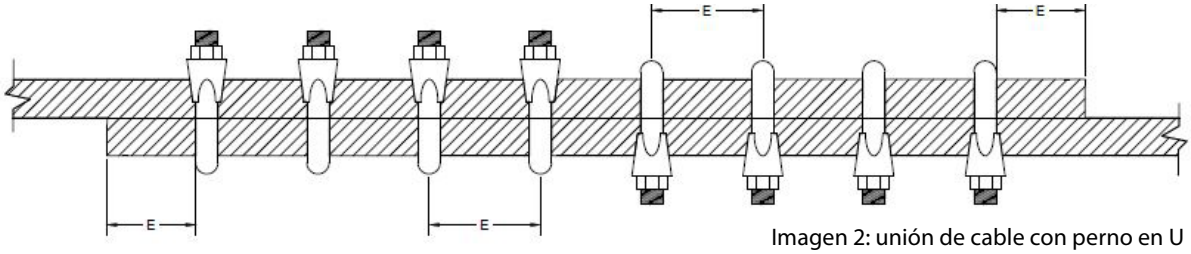


Imagen 2: unión de cable con perno en U

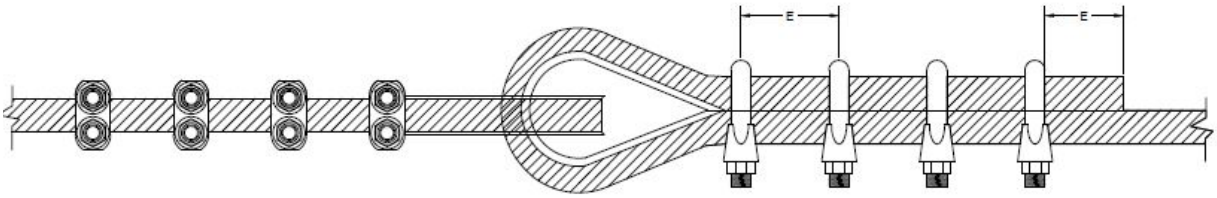


Imagen 3: unión de cable con perno en U con guardacabo

Terminales tipo casquillos:

- Requisitos de terminales con casquillos:

Marcado CE: el marcado CE nos garantiza un producto controlado y con garantías de calidad, además de ser necesario. No tiene por qué estar directamente en el casquillo, pero en cualquier caso debe venir reflejadas en la ficha técnica.

En caso de tratarse de un sistema de casquillos facilitado por un fabricante de un sistema de línea de vida deben seguirse las instrucciones de éste, pues él se hace responsable de su diseño. El material deberá ser exclusivamente de acero o aluminio, no pudiendo utilizarse el cobre o bronce.

El proveedor del casquillo es responsable de asegurar que el material, diseño y calidad están en concordancia con las especificaciones de ojal del casquillo asegurado. La ficha técnica indicadimensiones del casquillo, posicionamiento al final del cable, presión necesaria de apriete, de mantenimiento y durabilidad.

El fabricante debe ofrecer un certificado manifestando el lote como conforme y los casquillos deben ir marcados por el fabricante, excepto para cables de diámetros menores a 8 que puede ir en la bolsa.

- Cantidad de casquillos y medidas:

Recomendamos seguir por afinidad la norma 15567-1 de parques de aventura que hace excepciones facilitando la disposición de casquillos, los cuales de otra manera necesitan ensayos de fatiga del material puesto. Estas excepciones a cumplir son:

- Deben colocarse 2 casquillos en cualquier terminación.
- El casquillo más próximo al extremo final del cable debe quedar como mínimo a ras del final y nunca dentro del segundo casquillo.
- Todos los casquillos deben llevar una marca del fabricante o constructor y no hace falta una numeración de cada casquillo.
- Debe facilitarse al propietario del parque los requisitos del fabricante. No es necesario el certificado de colocación.

Deben colocarse casquillos indicados para el diámetro de cable y un molde de compresión para igual tamaño. Se menciona esto a causa de usarse moldes más pequeños a su medida creyendo erróneamente que favorecen la compresión del casquillo.

Desaconsejamos activamente la utilización en cables con alma no metálica al no poder asegurar la compresión correcta.

- Espesores de casquillos cilíndricos:

DIÁMETRO CABLE	ESPESOR CASQUILLO
Diámetro 10 mm	mínimo de 4mm (±0,2mm)
Diámetro 12 mm	mínimo de 4,9mm (±0,3mm)

Tabla 5:espesores casquillos

- Separación entre casquillos:

La separación debe ser de dos veces el diámetro del cable. En caso de cables especiales dependerá de la superficie de sección transversal.

- Requisitos según terminación:

Ojal doblado (el más común de uso): No deberían usarse casquillos con una longitud menor de 3 cm.

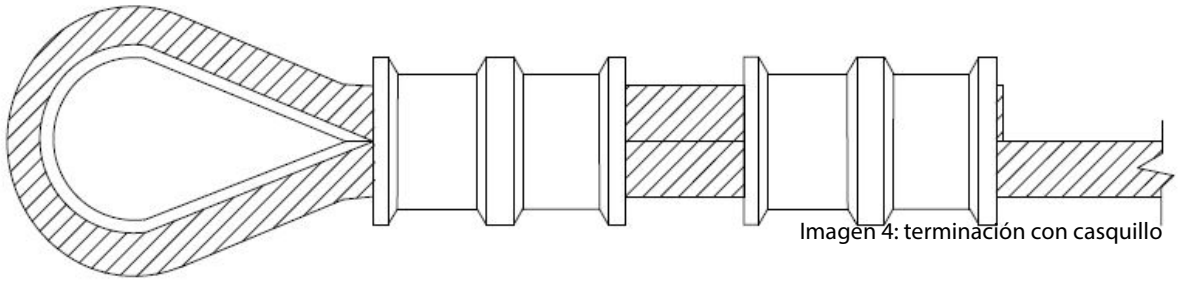


Imagen 4: terminación con casquillo

- Unión de cables:

No se recomienda el uso de casquillo para unión de cables sin el uso de guardacabos como en la imagen 3.

- Ángulos de cierre:

Los ángulos de cierre deberán ser mayores a 60° y siempre menores a 120.

- Presión de apriete del casquillo:
  - Debe ser proporcionada por el fabricante.

- La manera de controlar la correcta disposición del producto es midiendo el tamaño final del casquillo una vez comprimido.

- En caso de agrietado del casquillo este debe desecharse y con ello la traza de cable. No hay posibilidad de reutilización.

Equipos para el prensado

Estos equipos sirven para prensar el casquillo y que este obtenga su forma final de terminación. Requiere cierta técnica y que el espesor de matriz y máquina sea el correcto para el espesor de cable. Su nombre popular es de crimpadora y en catálogos es común encontrarla como herramienta hidráulica de compresión, crimpadora hidráulica y prensa hidráulica para cable.

- Equipos manuales: más económicos, menos pesados. Requieren fuerza para el prensado. No se estropean fácilmente.

- Equipos eléctricos: más caros, no requieren esfuerzo y muy pesados.

Ayudas a la progresión

Se consideran ayudas a la progresión las grapas, sin rebabas que puedan contactar con el usuario, elementos punzantes o con posibilidad de atrapamiento de cabeza o extremidades.

Estas ayudas no deben ser lisas. Se recomienda el uso de barras corrugadas similares a las de armado de cimentaciones y estructuras de hormigón y un diámetro mínimo de 14 mm para evitar el doblado.

- Requisitos dimensionales:

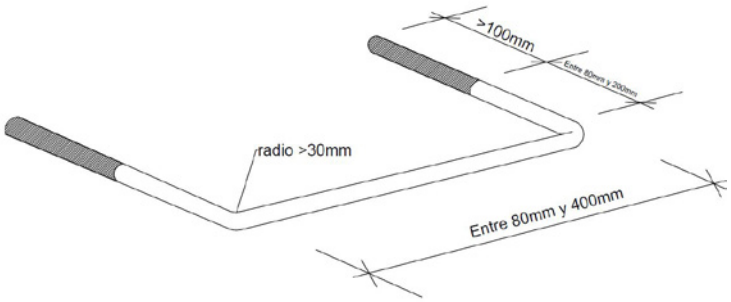


Imagen 5: Dimensiones de grapa

- Requisitos de resistencia:

RESISTENCIA A LA ROTURA (no debe haber rotura)	
Resistencia a extracción (por anclaje)	> 15 kN
Resistencia a tracción vertical (simulando carga de usuario sobre su punto de apoyo central)	> 25 kN
RESISTENCIA AL USO (no debe haber deformación)	
Resistencia a tracción vertical (simulando carga de usuario sobre su punto de apoyo central)	1,8 kN

Tabla 6: Requisitos de resistencia

Material auxiliar

Existen multitud de componentes en los que sólo encontraremos normas respecto a sus materiales o que no disponen de normativa específica.

- Grilletes: se recomiendan grilletes de tipo lira con cierre por tuerca y pasador para asegurar el cierre. Carga de SWL de 2 tn.

- Guardacabos (macizos o aligerados): sistema de guardacabos para unión de cables. Esenciales para las terminaciones al ser un dispositivo que anula el aplastamiento y con ello el cizallamiento del cable. Ante grandes cargas que deforman el guardacabo aligerado debe utilizarse uno macizo o cónico.

DISEÑO Y SEGURIDAD

El sistema de seguridad está basado en anclajes y línea de seguridad a estos. Al existir un apartado de anclajes, geología y equipamiento, suponemos cubiertos los puntos de anclajes, tipos, equipamiento y terreno, por lo que únicamente describiremos las características que deben cubrir específicamente en vía ferrata.

Hay que comentar que la vía ferrata cuenta con una sobrecarga del propio elemento que, en general, provoca

mayores fuerzas de impacto en caída al tener siempre que sumar una triangulación de carga en un elemento casi estático como es el cable.

COLOCACIÓN DE ANCLAJES

La distancia vertical entre dos puntos de anclaje no debe ser superior a 3 m. La distancia lineal entre dos puntos de anclaje no debe ser superior a 6 m.

La distancia entre los dos primeros puntos de anclaje, destinados a detener una caída, existiendo el suelo o una cornisa inmediatamente debajo, debe ser tal como se indica en la imagen:

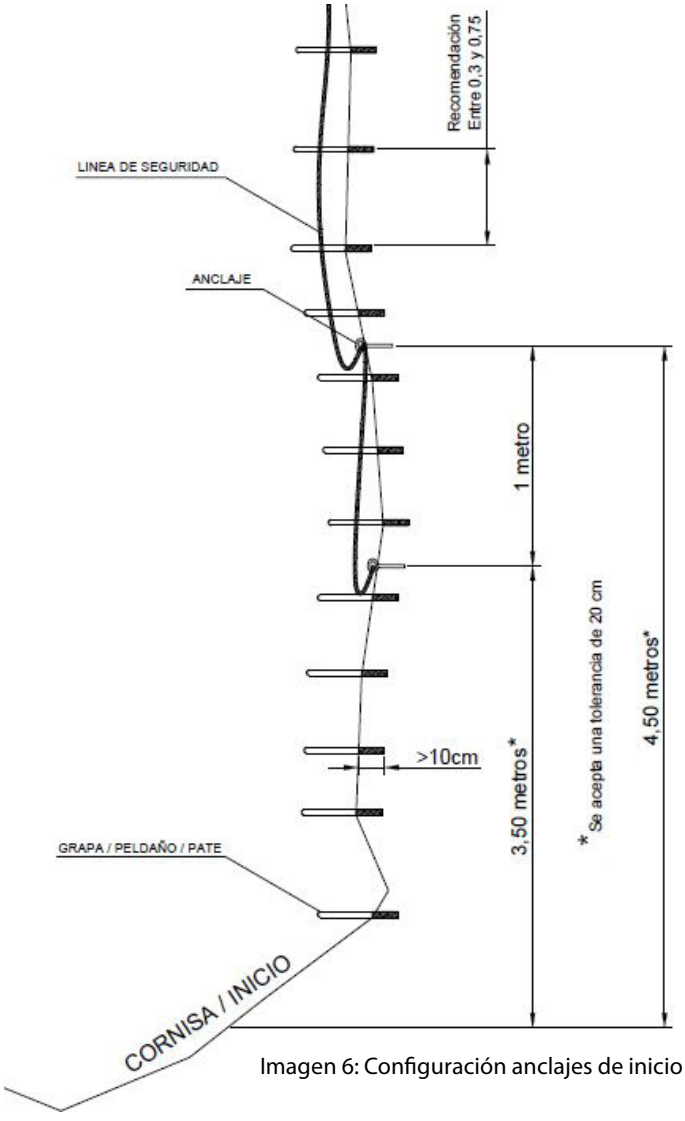


Imagen 6: Configuración anclajes de inicio o cornisa

REQUISITOS DE SEGURIDAD

- Todas las partes de un anclaje deben estar fabricadas con el mismo material.
- En anclajes mecánicos, la expansión no debe depender de la base del orificio perforado. La longitud instalada debe ser al menos cinco veces el diámetro del orificio perforado.
- En anclajes por fijación química, la longitud instalada debe ser al menos de 70mm.

En caso de roca blanda o fisurada, debe instalarse una mayor longitud para conseguir la capacidad de resistencia a la carga requerida. A efectos de similitudes, la referencia a hormigón fisurado por los fabricantes puede ser una base de partida para estimar la resistencia del producto. El ensayo in situ de los anclajes en rocas representativas puede constituir un método de sondeo efectivo de manera empírica pero no extrapolable a una seguridad de anclajes. El problema radica en que los ensayos empíricos en roca no pueden aceptarse en norma al no tener trazabilidad y los ensayos in situ deben estar aceptados por una entidad mayor o bien realizarlos a competencia personal (con el riesgo jurídico que supone).

En cualquier caso, deben seguirse las instrucciones del fabricante.

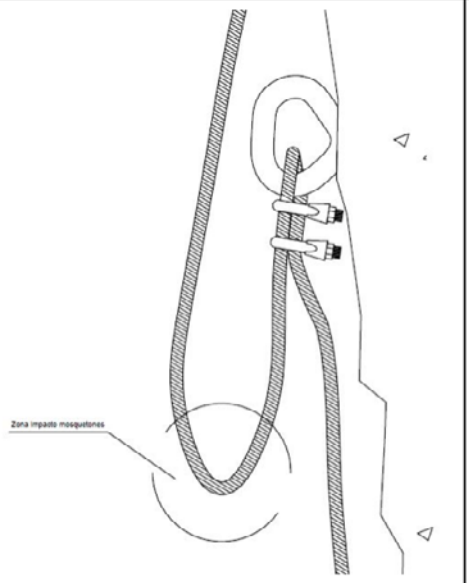
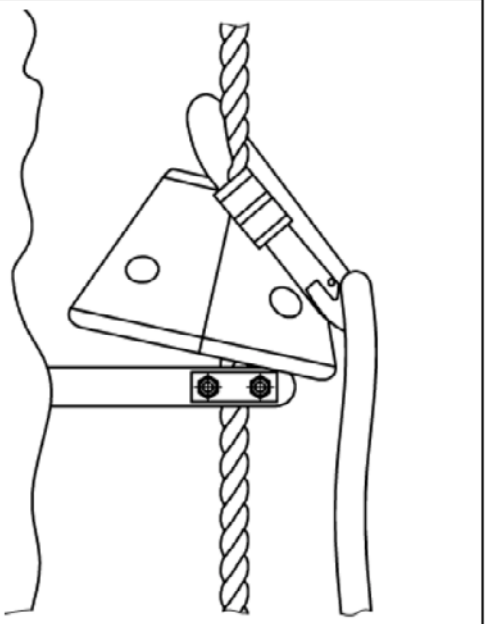
Se debe tener en cuenta la dificultad de escoger puntos concretos de la vía. **A diferencia de los anclajes de escalada deportiva, estos sufrirán en general una mayor carga** ya que:

- En el caso de recorrido vertical o de paso, el usuario provocará un choque puro, al no existir disipación primaria en la mayoría de caídas.
- En el caso de puentes, éstos repartirán las cargas de tracción y cortante hacia el anclaje multiplicándolas en gran medida por el paso del usuario.
- En general, debe tenerse en cuenta la siguiente descripción geométrica de posibilidades de anclajes cercanos y el posible cono de extracción que forme el anclaje, por lo que dependerá directamente de la longitud y espesor de este.

CONFIGURACION DE LINEA DE SEGURIDAD

El diseño del sistema de seguridad, y especialmente la conexión entre la línea de seguridad y el punto de anclaje, debería reducir la posibilidad de una carga sobre el mosquetón y en lo posible el riesgo de apertura de una caída.

Establecemos unos posibles parámetros de configuración para la recepción del mosquetón ante una caída:

MÉTODO ESTÁNDAR	
	
Este método permite el reparto de cargas a lo largo de los dos puntos de anclaje superior e inferior, de manera que divide la carga entre dos anclajes. La coca evita la apertura de mosquetón que cumplan la norma del sistema UNE EN 958.	Este método evita la apertura de mosquetones al no disponer de líneas rectas para producir la apertura. No produce el reparto de cargas con el punto superior. Sin embargo, evita la deformación del mosquetón.
SISTEMA FRANCÉS/ESPAÑOL	SISTEMA ITALIANO
PRO: Sistema económico y fácil que permite el reparto de carga.	PRO: Sistema rápido y que permite la rápida sustitución del material desgastado.

Existen más tipologías de construcción, sobre todo de tipo comercial, desarrolladas por marcas de anclajes concretos para vía de escalada (anclajes propios, de extracción, por cola de cerdo, por elementos de sacrificio, etc.)

PUENTES ESPECIALES - PUENTES, ESCALAS Y OTROS ELEMENTOS DE PROGRESIÓN

Para puentes y elementos de progresión (auxiliares), los puntos de anclaje de la línea de seguridad y los de los cables de soporte deben ser independientes. Véase imagen 07

CARTELERÍA Y MARCADOS

La Norma UNE establece unos datos mínimos que debe contener la cartelería de una vía ferrata:

- Cartelería Inicial y Final..
- Cartelería puntos y puentes especiales.
- Escapes (considerados cartelería final).

Dentro de cada cartel, establece unos criterios mínimos de información para el usuario dejando con ello unas pautas claras de recorrido, equipo, método de progresión e información de riesgo. Con ello se establece una pauta clara de la vía ferrata que puede ser valorada por el usuario, además de favorecer su mantenimiento y control continuo.

CONTROL Y MANTENIMIENTO

En general, la norma únicamente establece que será el constructor el encargado de definir los criterios de mantenimiento y reparación. Esto es un arma de doble filo y puede tender a una exigencia de sobremantenimiento para eludir responsabilidad. Además, define una inspección por una persona competente, y esta persona no queda definida, por lo que debemos optar por una que cumpla los requisitos de objetividad, imparcialidad e independencia, de manera que su criterio no sea cuestionado ante un problema. Se recomienda una empresa dedicada de manera específica a la inspección. Empresas autorizadas para la inspección a nivel nacional pueden avalar siempre los resultados optenidos.

Para un mantenimiento "estándar", debería realizarse enfocado en tres pilares:

- Mantenimiento continuo. Relación de documentos que prueben un mantenimiento constante de la instalación de manera que los daños detectados por los usuarios o de manera funcional sean subsanados, sin aportar cambios a la instalación original.
- Revisión funcional. Una inspección pormenorizada de la adecuación a proyecto de las condiciones iniciales de construcción. Aquí encontramos: fisuraciones, oxidación, rotura de hilos, etc...
- Revisión anual. Una revisión pormenorizada bajo procedimiento reglado y con equipos con trazabilidad, de manera que se cubra norma y condicionantes de proyecto. Con ello se crea el precedente legal suficiente para cumplir una vida útil con el menor riesgo de negligencia posible o medible.

DETERMINACIÓN DE RUTA

Se deben tener en cuenta los siguientes conceptos básicos:

- Los cables suspendidos o tendidos transversalmente son más susceptibles a las cargas de nieve que los cables verticales. Los cables transversales permiten disponer los anclajes y los cables bajo los avances, los techos o los contrafuertes, donde están protegidos hasta cierto punto de los efectos de la intemperie tales como las cargas de nieve, el hielo, las precipitaciones, etc. Salvo que sea imposible, se debe preferir el uso de secciones de cable que evitará el fallo en cadena.
- La carga de nieve es mayor en las secciones con poca inclinación que en las secciones con mayor pendiente.
- Se deben tener en cuenta las zonas expuestas a la posible caída de rocas (por ejemplo, chimeneas, barrancos, rocas sueltas). La caída de rocas puede dañar la instalación de la vía ferrata arrancando los cables y los anclajes, poniendo así en peligro al usuario.

- La caída de rayos tiene una incidencia mínima si se utilizan secciones cortas. Se separan algunas secciones entre anclajes compartidos.

Se recomienda que antes de realizar el tránsito, se realice una cata de roca para estimar si los anclajes valorados inicialmente ofrecerán suficientes garantías.

ACCIONES Y CÁLCULO

Se recomiendan el uso y los patrones de cálculo de Eurocódigo y las hipótesis de carga y factores de seguridad de las normas UNE EN 15567 Recorridos acrobáticos en altura y EN 12930 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas, además de la norma UNE EN 16869 de Diseño/Construcción de vía ferrata.

Las comprobaciones de esta norma están realizadas en probetas normalizadas de hormigón. Esto se realiza de esta manera al igual que en puntos de protección individual (chapas, reuniones, etc.) ya que sólo puede aceptarse un ensayo con trazabilidad. Dicho de otra manera, esta norma ofrece un patrón para la certificación de un producto (chapa, grapa, anclaje específico), sin poder ofrecer una solución a un ensayo de anclaje in situ. Las normativas como elemento vivo ofrecerán soluciones según se encuentren en sucesivas revisiones (cada 5 años aproximadamente o según necesidad).

La carga prevista para anclajes es la siguiente:

CARGA USUARIO			
Sección vertical		Sección horizontal	
Carga excepcional	9,2 kN	Carga excepcional	9,2 kN
Carga tránsito	1,6 kN	Carga tránsito	1,6 kN

La resistencia mínima exigible a rotura axial de los anclajes debe ser 15 kN (tracción). Este es un buen punto de partida a la hora de excluir los anclajes de uso en la vía.

Del cálculo general se determina claramente que una flecha adecuada para el general de la línea de seguridad

es una gran aliada frente a las cargas y soluciona problemas de factor de seguridad sin sacrificar estabilidad de puentes en cables de soporte.

PUNTOS FUERA DE NORMA

TIROLINAS

Las tirolinas suponen un atractivo de una vía ferrata. Más vinculadas a la norma de parques de aventura y sin aparecer en la de vías ferratas, podemos recomendar los siguientes patrones de montaje:

- Opciones de seguridad:
    - Línea de seguridad única. La línea de seguridad sirve también para el recorrido del usuario con polea.
    - Línea de seguridad y de deslizamiento. Las líneas de seguridad y de deslizamiento son independientes.

> NOTA: ambos casos son correctos y quedan recogidos como seguros.

- Requisitos particulares de anclaje:
    - Las tirolinas deben realizarse por anclaje doble, ya sea:
        - Solidario: triangulando la carga entre dos puntos separados correctamente por anilla de carga o triangulación de cable indirecta.
        - Back up: anclaje de uso principal y secundario sin carga sobredimensionado.

- Requisitos de llegada:

En vía ferrata, se considera que la frenada es activa por parte del usuario al ser una instalación sin control. Es por ello por lo que se recomienda siempre un control del cable sin el daño de éste. No obstante, para evitar el riesgo de muerte o daño grave, es recomendable la colocación de un freno pasivo (muelle de amortiguación, tramo de reme con cuerda, etc.).

- Requisitos de cálculo:

El cálculo de tirolinas sigue un proceso complejo y extenso. Una aproximación con un margen de error medio y de fácil comprobación es una triangulación de cargas teniendo en cuenta una carga de un usuario de 120 kg y sólo será válido para tirolinas de hasta 60 metros.

Para un cálculo preciso se recomiendan el método de la catenaria, la parábola, truxa o por interpretación de desviación lineal del cable. Estos métodos ofrecen un margen de error que aumenta con la longitud de esta.

- Puntos a tener en cuenta:
    - La zona de llegada de la tirolina debe ser siempre visible.
    - Al no controlarse el equipo del usuario se deberá revisar de manera concreta.
    - En el caso de usar tensores para facilitar su retensado, se recomiendan tensores de la misma resistencia que el cable y de tipo casquillo. En el caso de ser tensor normal se deberán colocar contratuercas para evitar la manipulación de estos por parte de los usuarios.

PUENTES ESCALERAS VERTICALES

Las escaleras (escalas) deben cumplir ciertos requisitos de carga en sus peldaños en caso de poder ser usadas para el anclaje de la persona. En general, se trata de no usar estas escalas como anclaje, ya que de todos los

modelos construidos ninguno ha resistido los ensayos marcados en norma, debiendo ser elementos con gran capacidad de carga (12kN).

- Puentes escaleras diagonales suspendidas:

Los puentes diagonales de grandes luces tienen grandes problemas de torsión sobre sí mismos, cargas grandes de tracción en anclajes y posibilidad de acumulaciones de capas de hielo importantes. La independencia entre puente y línea de vida puede ser determinante ante un colapso de la estructura de escalera. Se recomienda el reparto de cargas entre varios cables y no abusar de una flecha mínima, sustituir barras de acero o aluminio y realizar la escala por cuatro cables formando un trapecio visto en alzado, de manera que se evite la torsión de estos sobre sí mismos.

- Péndulos:

El nuevo concepto de juegos tipo basculantes supone un riesgo y también una oportunidad. El riesgo radica en que la estructura basculante se basa en un eje anclado en el muro, sobre el que la persona se agarra para cargar su peso sobre la estructura y disponiendo de una línea de seguridad paralela al juego.

Si la persona no aguanta su propio peso en la llegada, provocará una caída con su consiguiente riesgo. Si se ancla al péndulo y éste falla, provocaría un gran daño para la persona al quedar anclada a dos puntos independientes.

APÉNDICE

- Es común que la simbología de UNE EN no aparezca en pedidos de materiales, apareciendo únicamente la señal de EN. Ejemplo: UNE EN 13411-5 tiene un significado en producto similar a EN 13411; la diferencia

es donde se realice la certificación de producto.

- KiloNewton (kN) = 101,97 kilogramo fuerza(kgf).
- N/mm2= MPa (mega pascal).
- Nm= Newton*metro.

ANEXO

Ejemplos de disposiciones de tramos y elementos

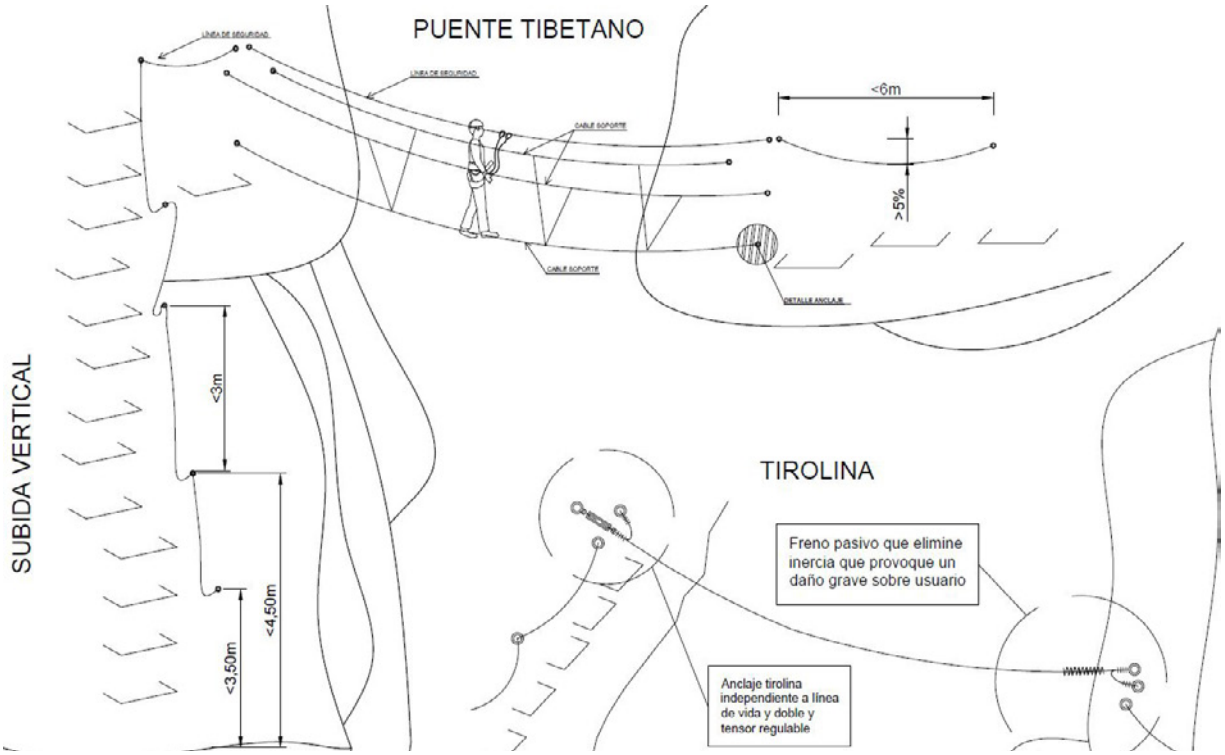


Imagen 7: Resumen de puntos de control

FEDME
FEDERACIÓN ESPAÑOLA
DE DEPORTES DE MONTAÑA Y ESCALADA