

Guía de Equipamiento de Vías de Escalada Deportiva

Carlos Pineda

Matías Rubio

Responsabilidad	3
Pernos (Bolts) y Chapas	4
Aleaciones y corrosión	6
Tipos de roca	8
Taladros y brocas	11
Taladrar	11
Seguridad	13
Planificación	14
Bibliografía	15

Responsabilidad

Las decisiones que tomamos al escalar y equipar una vía deportiva son estrictamente personales, sin embargo, deben tomarse estas decisiones siendo consciente de cómo se afectará a otros escaladores y al entorno natural y social. Tanto el equipador como el escalador deportivo deben ser responsables de documentarse y entrenarse para reconocer, evaluar y gestionar el riesgo minimizándolo. El escalador debe conocer sobre anclajes, sus características y su comportamiento en el tiempo antes de confiar en ellos. El equipador, igualmente, debe conocer sobre anclajes, sus características y su comportamiento en el tiempo antes de decidir cómo equipar una vía. La escalada deportiva es una responsabilidad compartida entre el equipador y el escalador y debe ser pensada y planificada para que sea sostenible y segura en el tiempo.

Proponemos un resumen informativo que esperamos tanto equipadores como escaladores encuentren útil. Consignamos nombres en inglés además del castellano, por la facilidad para el lector de encontrar más información técnica en ese idioma.

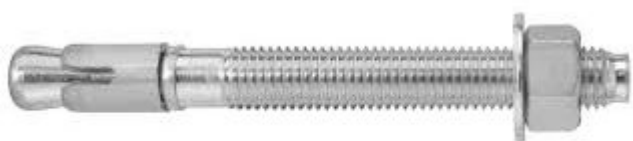


Pernos (Bolts) y Chapas

Son estas piezas metálicas las que permiten sujetar chapas donde colocar las expreses que permitirán asegurarnos durante la escalada deportiva. Existen básicamente dos tipos de acuerdo a la forma en que se anclan a la roca: expansión y resina.

Pernos de expansión o mecánicos (mechanical/expansion bolts): actualmente se utilizan más comúnmente los de cuña (Wedge Bolt) y los de camisa (Sleeve Bolt).

Pernos de cuña



Pernos de camisa



Pernos para resina o químicos (resin/chemically-bond bolts): encontramos 3 tipos los "U", los "P" y los de barra roscada (screw-bar bolt).



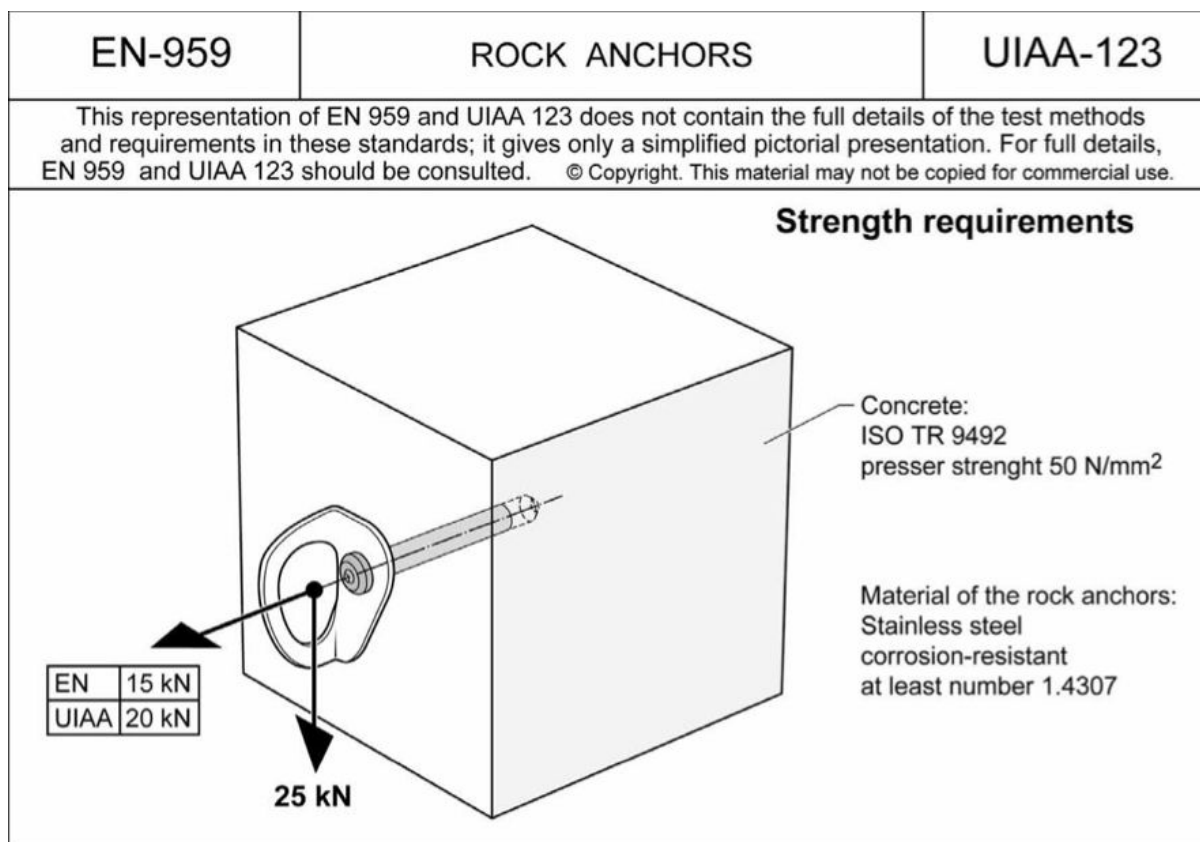
P bolts

A su vez los pernos de camisa se diferencia entre los que tienen rosca exterior, como los de cuña, y los de rosca interior. De acuerdo a sus características particulares y la forma de fijación los distintos pernos presentan ventajas y desventajas cuando se usan, correctamente, en los diámetros y longitudes más apropiados de acuerdo a la roca donde se colocarán.

CUADRO COMPARATIVO DE PERNOS

Tipo de Perno	Costo	Resistencia	Uso recomendado	Instalación	Reequipamiento
Cuña	Bajo	Buena	Rocas duras	Fácil	Empujar dentro o cortar y sellar con resina/perforar y colocar un nuevo perno
Camisa c/rosca exterior	Medio	Buena	Rocas duras	Fácil	Retirar del hueco y colocar el reemplazo
Camisa c/rosca interior	Medio	Muy buena	Rocas duras	Fácil	Retirar del hueco y colocar el reemplazo
U	Alto	Buena	Rocas blandas	Muy Dificil	Cortar y sellar con resina/perforar y colocar un nuevo perno
P	Alto	Muy buena	Rocas blandas	Dificil	Cortar y sellar con resina/perforar y colocar un nuevo perno
Barra rosacada	Medio	Buena	Rocas blandas	Dificil	Cortar y sellar con resina/perforar y colocar un nuevo perno

Tanto chapas como pernos, usados para escalada, deben ser elaborados cumpliendo la norma EN959 que básicamente indica que cada anclaje debe ser capaz de soportar una fuerza de tracción hacia afuera del agujero igual o mayor a 15kN y una fuerza de cizallamiento igual o mayor a 25kN.



Aleaciones y corrosión

El metal con que se hace tanto el perno como la chapa son muy importantes. De ello depende la seguridad en el tiempo de estos anclajes, la preservación de la roca y que no se altere el grado y trazado original de la ruta.

Existen distintos tipos de aleaciones y las más comúnmente usadas son: acero galvanizado, acero inoxidable (304 y 316) y titanio. En ese mismo orden, estas aleaciones, tendrán de menor a mayor resistencia a la corrosión e igualmente su precio variará de menor a mayor en este mismo sentido. Al escoger, cual tipo usar, debemos pensar en la responsabilidad que adquirimos al equipar una vía que debe cumplir con parámetros apropiados de seguridad en el tiempo y que de acuerdo a esto deberá en algún momento ser reequipada (ocasionando nuevos costos y tiempo). Por dar una idea, actualmente en Europa, se intenta de equipar y reequipar vías utilizando como mínimo acero inoxidable 316, el cual es el estándar para trabajos verticales o industriales (standar IRATA), por ser más resistente a corrosión. Sin embargo es importante mencionar casos como el de Tailandia donde la exposición al medio corroe incluso el acero inoxidable 316 y por lo tanto se ha invertido una gran cantidad de dinero y esfuerzo reequipando las vías con anclajes de titanio. En USA esta la tendencia a usar pernos de acero inoxidable 316 de camisa para no seguir abriendo nuevos agujeros y preservar con esta práctica el estado de la roca, el grado y el trazado de la ruta.

Todos los materiales terminan oxidándose, algunos más rápidos y otros más lento, pero en particular hay dos tipos de corrosión muy peligrosos que se producen en los anclajes de escalada:

Corrosión Galvánica (galvanic corrosion): es fácil de identificar visualmente. Este tipo de corrosión ocurre cuando metales de distintas aleaciones se juntan al fijar un anclaje (por ejemplo: perno de acero galvanizado con chapa de acero inoxidable). Lo que sucede es que al haber presencia de humedad la interacción eléctrica de los dos diferentes metales acelera la oxidación de uno ralentizando la del otro (por ejemplo: el perno de acero galvanizado se oxidará aceleradamente preservando la chapa de acero inoxidable).



Corrosión bajo tensión (stress corrosion cracking): Es casi imposible de identificar visualmente. Ocurre especialmente en ambientes marinos o relativamente cercanos (+30km) y más comúnmente en zonas con temperaturas iguales o superiores a los 30°C. Produce fracturas y fisuras internas en el metal.



Tipos de roca

Existen varias clasificaciones para roca. Una de ellas es por cómo se formaron y con qué materiales se formaron:

Table 4-1 Rock type classification (Geological Society of London 1977)

Genetic group		Detrital sedimentary				Chemical organic	Metamorphic		Pyroclastic	Igneous				
Usual structure		Bedded				Bedded	Foliated	Massive	Bedded	Massive				
Composition		Grains of rock, quartz, feldspar, and clay minerals		At least 50% of grains are of carbonate		Salts, carbonates, silica, carbonaceous	Quartz, feldspars, micas, dark minerals	Quartz, feldspars, micas, dark minerals, carbonates	At least 50% of grains are of igneous rock		Quartz, feldspars, micas, dark minerals		Feldspar; dark minerals	Dark minerals
										Acid	Intermediate	Basic	Ultrabasic	
Very coarse-grained 75 (3 ⁺) Coarse-grained 4.75 (4) Medium-grained 0.074 (200) Fine-grained 0.005 Very fine-grained	Predominant grain size, mm (sieve no.)	Fluviatile	Grains are of rock fragments				CLINKER (31)	TECTONIC BRECCIA (41)		Rounded grains: AGGLOMERATE (61) Angular grains: VOLCANIC BRECCIA (62)	PEGMATITE (71)			
			Rounded grains: CONGLOMERATE (11) Angular grains: BRECCIA (12)		LIMESTONE (undifferentiated) (21)	CALCIFERROUS (23)	SALINE ROCKS Halite (32) Anhydrite (33) Gypsum (34)	MIGMATITE (42)	METACONGLOMERATE (51)				GRANITE (72)	DIORITE (81) GRANDIORITE (82)
		Grains are mainly mineral fragments		CALCARENITE (27)		CALCAREOUS ROCKS	SCHIST (44)	QUARTZITE (54)	TUFF (63)		SYENITE (73)	ANORTHOSITE (83)	DIABASE (92)	PERIDOTITE (02)
		SANDSTONE (13) ARKOSE (14) GRAYWACKÉ (Argillaceous ss) (15)				CALCISILTITE (25) CHALK (26) CALCILLITE (27)	LIMESTONE (35)	Amphibolite (45)	PHYLITE (46)	Fine-grained TUFF (64)		APLITE (74)	MONZONITE (84)	BASALT (93)
		MUDSTONE (16) SHALE: fissile mudstone (17)		MARLSTONE (22)			DOLOMITE (36)	Hornfels (55)	Mylonite (47)		PHYLLITE or FELSITE (75)	Dacite (85)	NEPHELINE-BASALT (04)	
CLAYSTONE - 60% very fine grained particles (19)							Slate (48)		Very fine-grained TUFF (65)	ANDESITE (86)				
Glassy amorphous					SILICEOUS ROCKS Chert (37) Flint (38)	Ultramylonite (49)		Welded TUFF (66)	VOLCANIC GLASSES					
					CARBONACEOUS ROCKS			PUMICE (67)	OBSIDIAN (76)	PITCHSTONE (87)	TACHYLITE (87)			
					LIGNITE/COAL (39)									

Las que usamos más comúnmente en escalada en Sudamérica son conglomerado (conglomerate), arenisca (sandstone) formadas por detritos sedimentados, caliza (limestone), formada por sedimentos biológicos o químicos, basalto (basalt), formado por el proceso ígneo extrusivo, y granito (granite), formado por el proceso ígneo intrusivo; por su dureza y características morfológicas.

Otra clasificación, que toma mayor importancia para la labor de equipamiento, es roca según sus propiedades.

Tipos de roca	Densidad (Kg/m3)	Fuerza de compresión (MPa)	Absorción de agua (porcentaje del peso)
Granito	2643 - 3204	139 - 309	0.002 - 0.2
Arenisca	2242 - 2643	31 - 108	1.5 - 6
Caliza	2000 - 2880	19 - 193	0.25 - 7.5
Marmol	2963 - 3043	93 - 162	0.001 - 0.06
Pizarra	2800 - 2880	124 - 185	0.15 - 0.25

El dato más importante para nosotros es la fuerza o resistencia a la compresión (compressive strength). Como vemos en el cuadro anterior u tipo de roca tiene un rango de fuerza compresiva muy amplio. En el siguiente cuadro vemos los rangos de fuerza compresiva y como realizar un test de campo para saber que tan resistente es la roca donde queremos equipar.

Categoría de dureza	Fuerza de compresión típica (MPa)	Teste de campo en muestra	Teste de campo en afloramiento
Tierra	menos de 0.6	No clasifica como roca	
Roca muy suave o tierra muy dura	0.6 - 1.25	Se raspa con la uña, se pueden sacar partes con cuchillo	
Roca suave	1.25 - 5.0	Permite abolladuras con presión moderada de los dedos. Sosteniendo un pedazo en la mano, es posible romperlo golpeando con el martillo.	Facil de deformar con presión de la mano.
Roca moderadamente suave	5.0 - 12.5	Permite pequeñas abolladuras (1-3mm) al martillar firmemente con la punta de un martillo. Dificil de perforar con cuchillo. No se abolla con los dedos pero si se raspa con punta de lapicero. Se desmorona sobando con los dedos.	Se desmorona sobando con los dedos.
Roca moderadamente dura	12.5 - 50	No puede ser raspada con cuchilla de bolsillo. Un pedazo intacto, sostenido con la mano, puede ser partido de un solo martillazo.	Un afloramiento sin fracturas se rompe con golpes leves de martillo.
Roca dura	50 - 100	Un pedazo intacto, sostenido con la mano, requiere de varios	Afloramiento aguanta algunos

		martillazos para ser partido.	martillazos antes de empezar a romperse.
Roca muy dura	100 - 250	La muestra se rompe solo luego de repetidos y fuertes martillazos.	Afloramiento aguanta muchos duros martillazos hasta romperse en grandes fragmentos.
Roca extremadamente dura	más de 250	La muestra solo puede ser astillada, no rota, por fuertes y repetidos martillazos.	Afloramiento aguanta gran cantidad de fuertes martillazos, produciendo astillas y polvo

Es necesario tomar en cuenta otros aspectos más allá de estos sencillos test de campo. Primero que la resistencia de la corteza exterior de la roca no indica que sea igual internamente, que es donde el anclaje se sujetara, y segundo, al nosotros taladrar y martillar generamos estrés y esto debilitará su capacidad a resistir las fuerzas que se generarán en la escalada, lo cual, también afecta la roca.

Nuestra mejor arma será nuestra experiencia y juicio. Un test, utilizado por casi todos los equipadores, es martillar la roca y escuchar atentamente el sonido que se genera. Mientras más agudo sea significa que más sólida es, por el contrario, mientras más bajo sea el sonido más débil será.

Taladros y brocas

Para equipar en roca es necesario tener un taladro percutor inalámbrico. Existen innumerables modelos y marcas en el mercado, que sirven para realizar la tarea, van desde los 18V hasta los 36V. Y las baterías que utilizan las hay de distintos materiales y amperajes. A mayor voltaje mayor potencia, así como también mayor peso, y a mayor amperaje mayor cantidad de agujeros podremos taladrar (igualmente mayor peso), siendo las de "Lithium Ion" las que tendrán una vida útil más longeva.



En cuanto a las brocas a usar, pues simplemente hay que buscar las más especializadas del mercado, Hilti, Bosch, Powers, Milwaukee, Makita, son buenos fabricantes con buena calidad. Básicamente, para saber que tienes en tus manos el modelo apropiado para el trabajo, sujeta la brocha apuntando hacia tu cara y veras que no es como las brocas de pared regulares con una cuchilla recta. La mayoría de las brocas especializadas tienen las cuchillas de la punta en forma de cruz. Una buena broca dará más larga vida al taladro, ahorrará batería, abrirá mayor cantidad de agujeros y salvará mucho tiempo.

Taladrar

Taladrar es una ciencia, cuando se trata de hacerlo para equipar una vía de escalada en roca, ya que tienes que considerar varios aspectos antes para evitar problemas y fallas. Hay ciertas reglas que sirven para tomar las decisiones más correctas:

1.- Distancia vertical: cada anclaje está colocado para prevenir que en caso de caída el escalador se lesione o pierda la vida. Hay estándares para la distancia respecto al suelo. En un mundo ideal con una pared de placa perfecta el primer anclaje se ubicará entre 3 y 3,5 metros del suelo, el segundo, tercero y cuarto tendrán entre 0,8 y 1 metro de separación entre cada uno de ellos, el quinto y sexto se separarán cada uno un máximo de 1,5 metros, el sexto y séptimo un máximo de 1,7 metros, y los siguientes podrán separarse entre sí hasta un máximo de 2 metros (considerando que

dicha separación puede implicar una caída de hasta 7 metros!!!). Así que al colocar un anclaje calculen en todo momento cual es el peor escenario (escalador cae intentando chapear desde abajo completamente extendido) de caída que puede ocurrir y ponderen si el anclaje realmente esta protegiendo al escalador. Y ya que el mundo no es perfecto (la escalada sería verdaderamente aburrida), hay que considerar otros factores, distancia con repisas o salientes de la pared, posibilidad de péndulo hacia los lados o hacia abajo contra la pared, etc.

2.- Distancia radial: cada anclaje debe separarse de otro anclaje, fisura y/o arista un mínimo de 20 centímetros. Esto es para prevenir la ruptura de la roca que ocasionaría el fallo del punto de anclaje.

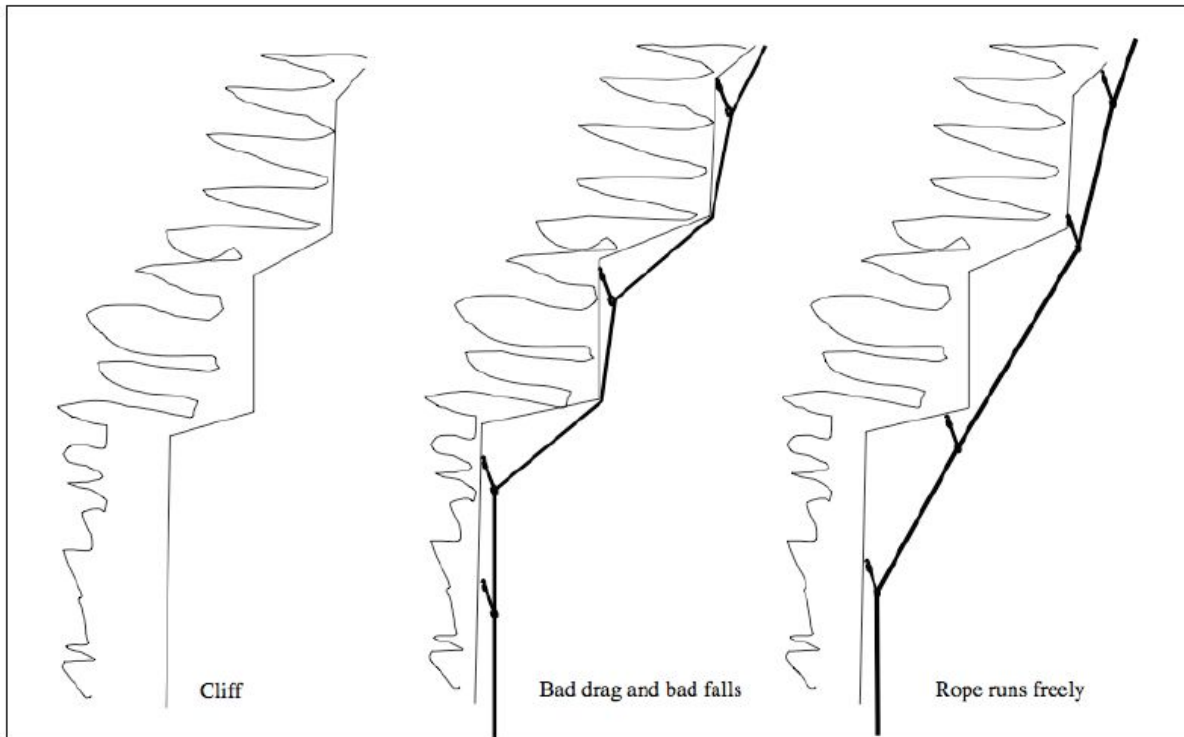
3.- Profundidad: hay varios estándares sobre cuan profundo debe llegar el perno para que efectivamente pueda cumplir con la norma EN959. La recomendada es 10 veces el diámetro del perno, considerando que la roca difícilmente mantiene la calidad de resistencia, sin embargo en rocas más blandas será mejor colocar un anclaje que alcance mayor profundidad. También dependerá del tipo de perno que utilicemos. Si colocamos un perno de cuña el agujero debe ser lo suficientemente profundo como para introducir el perno completamente. Si colocamos un perno de camisa el agujero será tan profundo como se requiera para que entre el perno completo hasta la chapa. Si se colocará un perno con resina el diámetro será superior al del perno. En todo caso hay que seguir las instrucciones y especificaciones dictadas por el fabricante del anclaje. Igual que con las otras normas hay que ser sensato al tomar la decisión que contribuya a disminuir el riesgo.

4.- Distancia entre líneas: el estándar internacional establecido dicta que siempre que el escalador pueda mosquetonear la cuerda se encontrará dentro de la línea.

Cuando proyectemos la colocación de una línea debemos pensar en esto para que no este muy cerca de otra línea y terminen escalándose ambas líneas utilizando las mismas presas. Idealmente las líneas tendrán al menos 2 metros entre sí.

5.- Seguridad: el principio debería ser que el mosquetoneo no aumente el grado de dificultad de la vía, por el contrario, debería ser factible mosquetonear desde un buen agarre (relativo al grado de la vía) aumentando así la seguridad y previniendo caídas con riesgo de lesión o muerte.

6.- Alineamiento: Para garantizar que la cuerda no frenará al escalador es importante que los anclajes se encuentren alineados, tanto de izquierda a derecha como con el perfil vertical de la roca, previendo hacer zetas con la cuerda



7.- Reuniones: Una reunión debe tener al menos dos anclajes. Estos anclajes se deben colocar siguiendo la norma de separación entre si (20cm), a distinta altura del suelo uno del otro (para prevenir que la cuerda se retuerza y su consecuente daño, desprendimiento del forro con el alma, producido también por el nudo de aseguramiento dinámico, el asegurador de 8, el grigri, el click up y otros dispositivos similares). Estas reuniones podemos elaborarlas colocando dos anclajes con mallones (de la misma aleación) o comprarlas ya fabricadas para este propósito.

8.- Paciencia: Como última regla, si intentamos perforar rápido y continuo, quemaremos la broca. Mientras más dura la roca más reposos durante la taladrada y menos revoluciones, esta simple regla evitará que se caliente la broca y la arruinemos.

Es muy importante también resaltar que el perno debe quedar perpendicular a la superficie de la pared y la chapa o el ojo donde se mosquetoneará debe estar completamente en contacto con la pared.

Recuerda que estas reglas son para tomar en cuenta ya que a veces el terreno obliga a romperlas. Trata de tomar la mejor decisión con sensatez y responsabilidad.

Seguridad

Para equipar con seguridad se debe conocer de las técnicas de trabajo vertical como mínimo. Considerando que solo nos será útil si podemos acceder a la parte superior de la línea. Si debemos equipar desde el piso entonces debemos conocer sobre escalada tradicional, incluyendo un amplio

dominio de la escalada artificial, además de las técnicas de trabajo vertical. El dominio de estas técnicas también nos proporcionará mayor comodidad. Seguridad y comodidad nos permitirá realizar un mejor trabajo de equipamiento y aumentará la calidad de las líneas que equipemos.

El equipo mínimo personal de protección contará con arnés, casco, lentes de seguridad, mascarilla, guantes, una cuerda de más el doble de la altura de la ruta o en su defecto 2 cuerdas, anti caídas, ascendedor y dispositivo de descenso con bloqueador y dos líneas de vida.

El equipo para mínimo para trabajar comprenderá: Cinta métrica, martillo, taladro, broca, manguera para soplar el polvo y restos de roca dentro de la perforación, llave ajustable, mallones, pernos, chapas y/o resina (dependiendo del tipo de perno o el trabajo a realizar), cepillo de alambre que entre en el agujero perforado y cepillo grande de alambre para limpiar la pared, cepillo de barrer.

Equipo adicional será todo aquello que consideremos necesario para completar la tarea con seguridad y comodidad.

El equipo para trabajar, el adicional y los equipos personales de protección siempre deberán estar sujetos a nosotros mediante el arnés y/o las cuerdas (para evitar que algo se caiga).

Planificación

Para asegurar que la tarea de equipar será realizada con éxito es importante que se invierta tiempo en la etapa previa: "planificación". Aquí sugerimos una lista de los detalles que se deben verificar previamente:

1.- Viabilidad del proyecto: calidad de la roca, cuantas líneas se pueden proyectar para equipar, reglas del sitio, etc.

2.- Uso del lugar: Importante verificar a quien pertenece el sitio donde se equipará (Municipio, Comunidad, Parque Nacional, Privado, etc.) y de quienes ya hacen uso del espacio (comunidad de escaladores, habitantes locales, etc.), comunicarse de manera efectiva, estableciendo buenas relaciones, y solicitar autorización para realizar la tarea y preservar el uso del sitio para escalar a largo plazo.

3.- Ética: Respetar cada una de las cosas que se deben considerar, ya descritas en este manual, puede no ser suficiente. Si eres el primero en equipar un sitio considera si realmente vale la pena equipar el lugar (es atractivo? Fácil acceso? Caben al menos 10 rutas o líneas? Cumple con los puntos antes expuestos? Será una zona de escalada deportiva predominante o de escalada tradicional?) estás y otras preguntas más acordes al caso deben responderse antes. Si no eres el primero consulta con quienes ya equiparon en el lugar y la comunidad de escaladores que interactúa en el espacio (ve como responden a las preguntas anteriormente planteadas y/o las que necesites tener respuesta previamente).

Bibliografía

- [Soft rock bolting guide](#)
- [Engineering Classification of Rock Materials - National Engineering Handbook United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service](#)
- [Climbing magazine](#)
- [Victorian climbing - Australia Bolting and Fixed Protection Policy For Rock Climbing – Version 1.0](#)
- [UIAA](#)
- [Rock Climbing Fixed Anchor Guidelines - Tasmania Climbing Club](#)
- [British Mountaineering Council](#)
- [Hilti Technical-information-ASSET-DOC-LOC-1543385](#)
- [HT-Skadur 31 Hi Mod Gel](#)
- [Power Bolt Heavy-Duty Sleeve Anchor](#)