

## **Curso de seguridad en terreno de aludes**

### **Apuntes Nivel 1**



**Asociación para el Conocimiento de la Nieve y los Aludes**

Autores: Carles Garcia, Ivan Moner, Glòria Martí, Montse Bacardit, Jordi Gavaldà, Pere Oller y  
Francesc Carola; Edición: Sara Orgué

Fotografías portada: Sara Orgué y Conselh Generau d'Aran

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1: NIEVE Y ALUDES.....</b>	<b>4</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ESTRATIFICACIÓN DEL MANTO NIVOSO.....	7
3. TIPOS DE NIEVE .....	8
4. TIPOS DE ALUDES .....	15
5. TAMAÑO DE LOS ALUDES.....	18
6. ACCIDENTES POR ALUD.....	18
<b>CAPÍTULO 2: EL TERRENO .....</b>	<b>20</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	20
2. PARTES DE UN ALUD.....	20
3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE SALIDA.....	22
4. CONSECUENCIAS: LAS TRAMPAS DE TERRENO.....	29
5. VEGETACIÓN.....	32
6. CLASIFICACIÓN DEL TERRENO DE ALUDES .....	32
<b>CAPÍTULO 3: EL FACTOR HUMANO .....</b>	<b>37</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	37
2. ¿CUÁLES SON LAS TRAMPAS QUE NOS PLANTEA EL SUBCONSCIENTE? 39	
3. ¿QUÉ PODEMOS HACER RESPECTO A LOS FACTORES HUMANOS? .....	41
4. ¿QUÉ PAPEL TIENEN EN TODO ESTO LAS INSTITUCIONES Y LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN? .....	42
<b>CAPITULO 4: DESENCADENAMIENTO ACCIDENTAL DE PLACAS .....</b>	<b>44</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	44
2. INGREDIENTES BASICOS DE UNA ALUD DE PLACA ACCIDENTAL .....	44
3. MECÀNICA DE PLACAS .....	47

<b>CAPÍTULO 5: TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO .....</b>	<b>51</b>
1. FACTORES QUE CONTRIBUYEN A ERRORES Y ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL RIESGO .....	51
2. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE AUMENTAN EL RIESGO.....	52
3. EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD.....	53
4. TRAZADO DE UN ITINERARIO Y PROGRESIÓN EN TERRENO AVALANCHOSO .....	55
5. COMPORTAMIENTO EN UN ALUD .....	62
<b>CAPÍTULO 6: PREPARACIÓN DE LA SALIDA. EL 3X3.....</b>	<b>64</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	64
2. FILTRO REGIONAL. PLANIFICACIÓN DE LA SALIDA Y POSIBLES ALTERNATIVAS.....	65
3. FILTRO LOCAL. UNA VEZ SOBRE EL TERRENO. LA SELECCIÓN DEL ITINERARIO.....	73
4. FILTRO DE ZONA (O DE VERTIENTE). ¿PASAMOS O NO PASAMOS? .....	86
<b>CAPÍTULO 7: RESCATE .....</b>	<b>94</b>
1. ORGANIZACIÓN DEL RESCATE .....	94
2. MATERIAL DE SEGURIDAD .....	95
3. FASES DE BÚSQUEDA.....	97
4. ASISTENCIA SANITARIA.....	102
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>105</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.....</b>	<b>105</b>

## CAPÍTULO 1: NIEVE Y ALUDES

Autor: Carles Garcia, predictor de aludes en el Institut Geològic de Catalunya

### 1. INTRODUCCIÓN

Cuando en el transcurso de una actividad en alta montaña nos planteamos cuál es el peligro de aludes debemos considerar el tiempo meteorológico, el estado de la nieve y el relieve. De estos tres elementos el más difícil de evaluar es el estado del manto nivoso. Podemos ver el aspecto que tiene la nieve superficialmente, si es más seca o más húmeda, más blanda o más dura, pero difícilmente sacaremos nada en claro de cómo es la estructura interna del manto, es decir, qué capas hay bajo nuestros pies y si alguna puede ceder bajo nuestro peso y provocar la avalancha.

Imaginemos que finalmente llegamos a evaluar la estabilidad del manto nivoso (practicamos unos tests de sobrecarga) y nos hacemos una idea de si el manto es estable o inestable. En este punto surge otro problema: ¿este estado del manto es el mismo en toda la pala?, ¿en toda la vertiente?, ¿en todas las orientaciones? Ya intuiréis que la respuesta es NO. Todos nos habremos dado cuenta al esquiar o desplazarnos sobre la nieve que ésta va cambiando de calidad y de estado de un punto a otro. A medida que cambian las características del manto cambia también su estabilidad, es decir, su capacidad para que se produzca una avalancha.

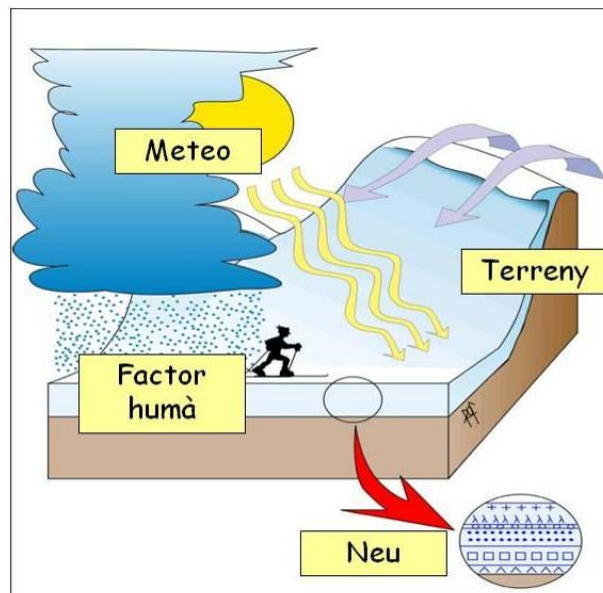


Figura 1. Esquema de los elementos que intervienen en la evaluación del peligro de aludes: meteorología, nieve y terreno. También, aparece el factor humano, el cuarto elemento a tener en cuenta (autor: Pere Oller).

Una vez los copos de nieve caen del cielo y se acumulan sobre el suelo o sobre antiguas capas de nieve, pasan a formar parte del manto nivoso. El manto nivoso se está transformando continuamente debido a los agentes meteorológicos (si hace frío, calor, lluvia, nieve, viento), tanto en superficie como en profundidad, aunque a velocidades diferentes. Por tanto, el estado del manto cambia en el espacio y en el tiempo de forma continua, incluso súbitamente en unas horas, y de forma contrastada de una orientación a otra. Por eso es muy difícil llegar a una correcta evaluación de la estabilidad del manto nivoso y tener la certeza de si caerán aludes o no.

Sin embargo, conociendo unos rasgos básicos de la relación entre meteorología y nieve podremos hacernos una previsión aproximada de qué tipo de nieve nos encontraremos y si estaremos en una situación general de peligro de aludes alto o bajo. Para continuar complicando las cosas, diremos que no hay reglas de tres en esta relación tan abierta entre nieve y meteorología. Nunca debemos caer en deducciones simplistas del estilo: si hace calor, la nieve se fundirá y caerán aludes de fusión, o si hace frío, la nieve se helará y no habrá peligro de aludes. Algunos ejemplos: ¿si llueve aumentará el peligro de aludes? Respuesta: depende; depende de la cantidad de lluvia que caiga y del tipo de nieve sobre la que caiga. Si llueve sobre una nieve encostrada o endurecida por fusión de día y rehielo de noche, el peligro de aludes no aumentará y será bajo ya que el agua no penetrará en el manto, escurriéndose por la superficie, y no fundirá el interior del manto. Por el contrario, si llueve sobre nieve reciente o fría, nieve de aspecto polvo, el agua se introducirá en profundidad a través de los poros que hay entre los granos de nieve, fundirá los posibles enlaces entre ellos y se iniciará la caída de aludes de nieve húmeda. Inicialmente el peligro de aludes aumentará bastante y de forma brusca, pero poco después, una vez hayan bajado los aludes, el manto será muy estable y el peligro de aludes será bajo al haberse rehelado y endurecido la nieve.

En este sentido, hay bastantes mitos o tópicos equivocados respecto a la relación entre nieve y aludes. Estos son algunos:

*Un invierno con mucho espesor de nieve implica ALTO peligro de aludes; un invierno con poca nieve implica BAJO peligro de aludes. FALSO.* Cuando hay mucho espesor de nieve en el suelo, las capas tienden a compactarse y a ser muy cohesivas; por el contrario, cuando hay poco espesor, los granos de nieve que las forman tienden a mantenerse poco cohesivos entre sí y se forman capas débiles, de modo que las

futuras nevadas pueden sobrecargar el manto y provocar un alud al fracturarse esas capas débiles.

*Dos o tres días después de una nevada, la nieve ya se ha compactado y el manto es estable. FALSO.* Lo que debe entenderse es que dos o tres días después de una nevada, normalmente, la nieve reciente se ha asentado y compactado y no habrá aludes de nieve reciente. Sin embargo, internamente el manto puede mantenerse inestable si hay capas débiles formadas semanas atrás. Si la nieve reciente gana cohesión y densidad debido a temperaturas suaves, o bien el viento sigue compactando y acumulando nieve sobre los niveles débiles, el binomio placa de viento capa débil tenderá hacia la inestabilidad. Por otra parte, la nieve reciente se asentará en dos o tres días si las temperaturas son suaves y no hace viento. En caso de mucho frío, fuerte viento o mucho calor el peligro de aludes puede ser alto a pesar de haber pasado varios días después de la nevada.

*Con frío no hay aludes. FALSO.* Las capas débiles internas se forman en condiciones de fuerte frío. El tópico viene de pensar que la nieve con el frío se endurece; todo lo contrario. La nieve se endurece y encostra con el frío sólo si contiene agua líquida. En caso de nieve seca, la nieve con el frío se mantiene polvo y suelta. Si consultáis alguna estadística de accidentes por aludes, veréis que la mayoría tienen lugar en los meses más fríos de la temporada invernal. Echad un vistazo a [http://www.igc.cat/web/ca/allaus\\_estadistiques.html](http://www.igc.cat/web/ca/allaus_estadistiques.html).

*El aumento de temperaturas da lugar a aludes. FALSO* en parte. Un aumento de temperaturas favorece los aludes si se da después de un periodo frío y este aumento es brusco. También, cuando hay un aumento de temperaturas fuerte después de una nevada. En este caso, las estrellas se desagregan y hay bastante actividad de aludes de fusión. Por el contrario, si en primavera hay un aumento de temperaturas con una nieve encostrada, transformada y cohesionada, el peligro de aludes es bajo. Seguro que sabréis que la época tradicionalmente recomendada por la práctica del esquí de montaña es la primavera, ya que el manto nivoso es más compacto y más estable, pese a que las temperaturas sean más elevadas.

*Es difícil evitar accidentes por aludes ya que se producen SIN previo aviso. FALSO.* En una situación de aludes espontáneos, por ejemplo, un día de calor después de una nevada, veréis como primero empiezan a caer purgas y pequeños aludes de las laderas más inclinadas y soleadas e irán aumentando de tamaño y generalizándose a

medida que avanza el día. En caso de peligro de aludes accidentales, es decir, que se producen por sobrecarga al paso de una persona, a medida que os desplazéis sobre el manto iréis notando que se abren pequeñas grietas al avanzar con los esquís o al clavar los bastones. También podréis sentir sensación de manto “hueco” por debajo, manto encartonado, o síntomas más graves como los "woums", que nos avisan que hemos hundido una capa débil bajo nuestros pies y el manto se ha roto, colapsado. De hecho, si no hemos provocado la avalancha es porque la pendiente de la ladera no era la propicia para que la capa de nieve más compacta cayera por gravedad.

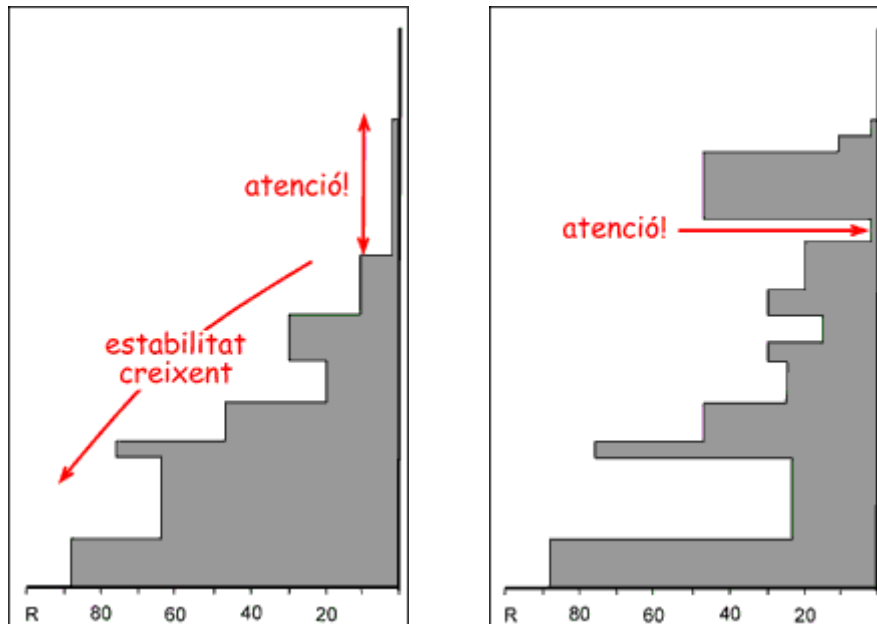
## **2. ESTRATIFICACIÓN DEL MANTO NIVOSO**

El manto nivoso es una superposición de capas de nieve correspondientes a las distintas nevadas y episodios de viento. Estas se han ido acumulando a lo largo de la temporada. Cada capa o estrato de nieve está formada por un tipo de grano que presenta unas características morfológicas, termodinámicas y mecánicas concretas. Las características de cada capa (forma y tamaño de los granos, humedad, dureza, temperatura, cohesión, densidad) y su disposición una sobre otra proporcionan un determinado grado de estabilidad y, por tanto, rigen la mayor o menor probabilidad de que puedan producirse aludes. En función de los elementos meteorológicos (temperatura, precipitación, viento, humedad, radiación solar) el manto nivoso va evolucionando de un estadio a otro, variando por tanto su grado de estabilidad.

Lo que nos debe interesar de la estructura del manto nivoso es llegar a conocer la existencia de capas débiles por debajo de capas más cohesivas o consolidadas; en otras palabras, una capa de granos de nieve desunidos entre sí por debajo de una capa de granos de nieve bien cohesionados y de mayor densidad. Se entiende que la capa de granos de nieve desligados constituye un nivel débil, un nivel inestable que a lo mejor no aguanta el peso de una capa de nieve más densa que descansa sobre él. Así pues, esta capa débil se puede colapsar y permitir el deslizamiento de las capas superiores en caso de que haya la pendiente necesaria, habitualmente superior a 28-30°. Ésta es la estructura habitual de un manto nivoso que origina un alud de placa.

La situación contraria, propia de un manto estable, sería aquella en la que a medida que profundizamos en el interior del manto las capas de nieve van ganando en resistencia y dureza con granos de nieve bien consolidados entre sí, que soportan bien la tensión y los esfuerzos de las capas superiores.

En la realitat, sobre el terreny, se poden encontrar múltiples combinacions de capes de neu de major o menor resistència alternades entre sí. A través de la consulta de un perfil estratigràfic publicat en la web de un centre de predicció de aludes podem conèixer la estructura del manto nivós i extraer conclusions. Sobre el terreny, efectuant un corte en el manto i comprovant les dureses de les capes podem fer-nos una idea aproximada de la possible existència de capes dèbils.



Figuras 2 y 3. Representación de la resistencia de un manto de nieve. A la izquierda, manto estable internamente, a excepción de la capa superior donde los granos tienen muy poca cohesión, que podría corresponder a un manto con capas internas endurecidas mientras que en superficie se ha acumulado bien nieve reciente, o bien nieve muy húmeda (nieve en fusión con agua líquida). El perfil inestable de la derecha muestra en superficie una posible capa de nieve compactada y endurecida por el viento que descansa por encima de una fina capa de granos desunidos, con poca cohesión, que pueden aplastarse y reubicarse bajo el peso de la placa o cuando pase alguien por encima (fuente: [http://www.igc.cat/web/ca/allaus\\_intperfond.html](http://www.igc.cat/web/ca/allaus_intperfond.html)).

### 3. TIPOS DE NIEVE

Es importante conocer qué tipos de nieve son los que dan lugar a capas débiles y en qué condiciones meteorológicas se forman. Llevando a cabo un seguimiento durante la temporada invernal de las nevadas que van cayendo y del tiempo que hace a continuación nos puede ayudar a prever qué tipo de manto y situación de aludes nos encontraremos sobre el terreno.

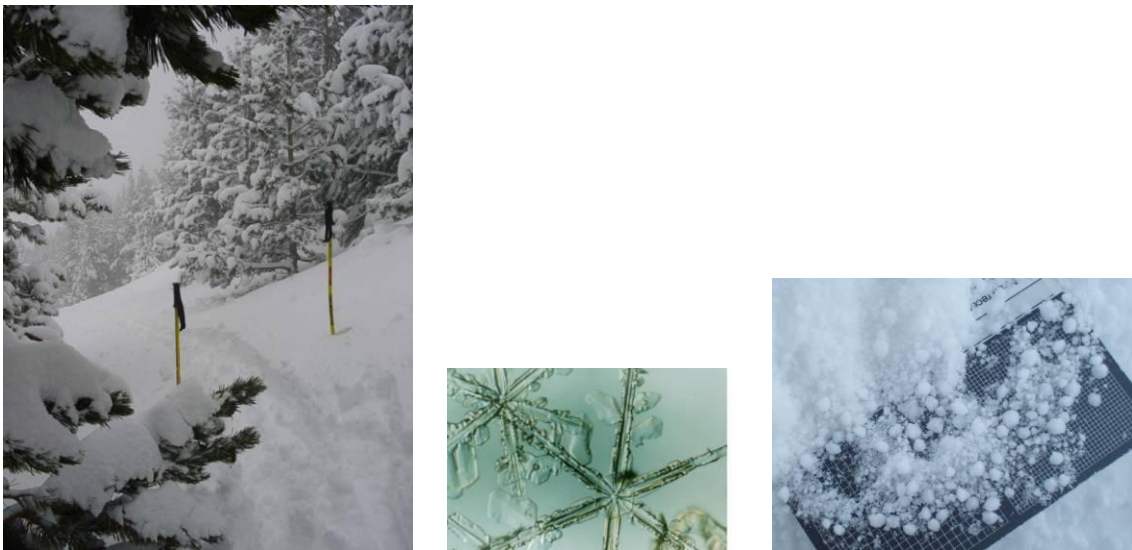


Si hacemos una reconstrucción ideal de la evolución del manto a lo largo de la temporada y de sus implicaciones en la actividad de aludes, encontraríamos lo siguiente.

### 3.1. Nieve reciente

Imaginemos que a finales de otoño cae una nevada intensa, 30 - 50 cm de nieve fría y seca. Normalmente, la nieve reciente tiene la típica forma de estrella de seis puntas, hexagonal, aunque, según la temperatura y humedad de la nube en que se ha formado, puede tener forma de plaqueta, aguja o columna.

A veces, con nubes convectivas o cumuliformes es habitual que caiga nieve granulada. Esta está formada por copos muy escarchados, con forma esférica o cónica, compactos, como bolitas de porexpán. Una vez cubierta esta nieve por otra futura nevada, va a formar un nivel débil. Los granos de nieve granulada no es fácil que se cohesionen entre sí y cuando hagamos un corte en la nieve veremos una capa de granos redondeados como si fueran cojinetes.



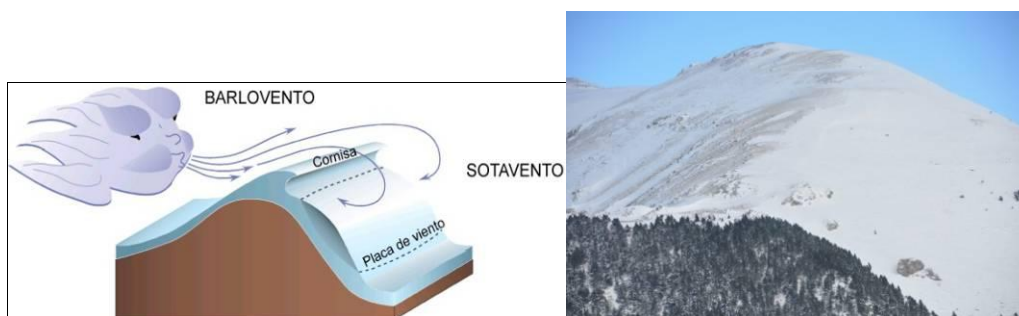
Figuras 4, 5 y 6. Izquierda, capa de nieve reciente en superficie, Vall de Núria (autor: Carles García). Centro, estrella de nieve reciente (fuente: ANENA). Derecha, capa de nieve granulada enterrada bajo otras nevadas posteriores conformando una capa débil (autor: Nivomet,SL).

Una capa de nieve reciente está formada en un 90-95% por aire con una pequeña parte restante de cristales de hielo. Por tanto, la densidad es muy baja, entre los 10-80 kg/m<sup>3</sup>, y por eso es tan fácil de esquiar. Este tipo de nieve no ofrece ninguna resistencia a nuestro paso. Inicialmente las estrellas se aguantan las unas sobre las otras al entrelazarse las dendritas o ramitas de las estrellas, como una estructura de

piezas montadas una sobre otra. Por ello, después de la nevada vemos los grandes paquetes de nieve sobre los árboles y los tejados. Pero una vez se rompen las dendritas, el castillo se desmorona y es cuando se desencadenan los aludes de nieve reciente.

### 3.2. Nieve venteada

Después de la nevada lo habitual en el Pirineo es que el viento sople con fuerza y fácilmente transporte esta nieve de un punto a otro, al ser poco densa. El viento se lleva la nieve de las laderas orientadas a barlovento (vertiente encarada en la dirección del viento) y la acumula a sotavento (vertiente resguardada del viento).



Figuras 7 y 8. Izquierda, esquema de la formación de sobreacumulaciones de nieve a sotavento de collados y cordales (placas de viento) (autor: Pere Oller). Derecha, ladera pelada orientada al noroeste y ladera con placas de viento orientada al sureste, cresta del Puigmal (autor: Carles García).

Mientras son arrastradas por el viento, las agujas se rompen y la nieve se desmenuza dando lugar a un grano muy pequeño. A sotavento, al disminuir la velocidad del viento, la nieve arrastrada se deposita bajo el collado o el cordal y se forman unas acumulaciones de nieve empaquetada, muy densa ( $200-300 \text{ kg/m}^3$ ), que se denominan placas de viento y son el origen de la gran mayoría de accidentes por aludes. Si la nieve que se encuentra por debajo de esta nieve venteada no está bien consolidada con los granos cohesionados entre sí, se puede hundir y provocar la fractura de la placa de viento que hay por encima de ella. Éste es el origen de los aludes de placa, una capa de nieve densa que descansa por encima de una menos densa con granos de nieve poco cohesionados entre sí. Según la forma del relieve, a sotavento, en cordales y collados bajo los cuales se han depositado las placas de viento, se pueden formar cornisas colgando hacia la vertiente a sotavento. Estas cornisas indican la dirección del viento que ha movilizó nieve y la presencia de placas de viento en esa vertiente.



Figuras 9 y 10. A la izquierda, formación de una placa de viento sobre la ladera de la derecha (autor: Pere Oller). A la derecha, aspecto de una placa de viento y pequeña fractura al pasar por encima, que indica que debajo hay alguna capa débil, Pic de la Mina (autor: Carles García).

Es muy importante saber detectar una placa de viento para no provocar un alud de placa. Pero más complicado es saber si debajo tiene una capa débil y si esta podrá soportar nuestro peso sin que se abra una grieta (ver capítulo 4: Placas accidentales). Las placas de viento tienen un aspecto de nieve color blanco mate, a menudo con pequeñas estrías o marcas lineales (*ripples*) causadas por el viento. Si es una placa de viento dura, no nos hundiremos en la nieve con los esquís y los cantos y las puntas de los bastones pueden chirriar en contacto con la placa. La apariencia es de nieve dura pero tiene un comportamiento frágil. Si la placa de viento es blanda, costará más de detectarla porque parece nieve polvo. En este caso, la traza de los esquís es profunda y la apariencia no es de cuerpo compacto. Sin embargo, si se colapsa la capa inferior, veremos cómo se agrieta la placa bajo nuestros esquís. Se necesita mucha experiencia para detectar y evaluar la estabilidad de una placa, pero es un asunto de vital importancia.

### **3.3. Nieve facetada**

Continuando con la evolución ideal de un invierno, después de la nevada, las estrellas de la nieve reciente se irán rompiendo por su peso, al soplar un poco de aire y por otros procesos mecánicos, dando lugar a las denominadas partículas reconocibles o fragmentadas. Si el tiempo es frío y las noches despejadas se produce un fuerte enfriamiento de la nieve por irradiación (pérdida de energía hacia el espacio), los granos de nieve se convertirán en granos grandes y angulosos, sin unirse entre ellos, sin cohesión. Son los granos con facetas o granos facetados. Si el proceso de fuerte enfriamiento continúa días y días, estos granos facetados continúan creciendo y se

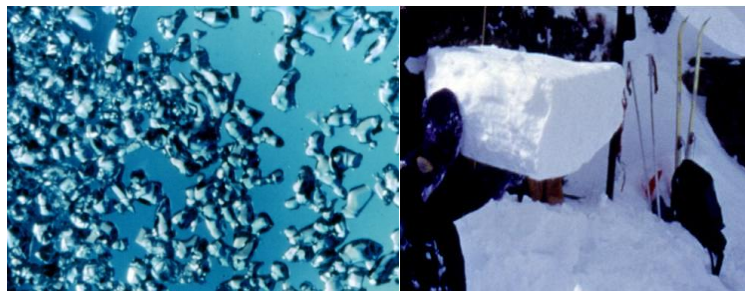
formarán granos aún más desligados entre sí llamados cubiletes. Este proceso es más efectivo al principio del invierno, cuando el espesor de nieve es más bien delgado. Granos con facetas y cubiletes constituyen peligrosas capas débiles una vez han quedado enterradas bajo placas de viento. Esta es una de las estratificaciones que origina los accidentes por aludes de placas de viento. Por lo tanto, hay que desterrar un tópico muy habitual: la nieve no se estabiliza cuando hace frío, todo lo contrario. Una racha de varios días de tiempo frío, con nevadas (no hace falta que sean intensas) y viento es la situación ideal para que se produzcan accidentes por placas de viento.



Figuras 11 y 12. Izquierda, cubiletes (fuente: ANENA). Aspecto de la nieve facetada, granos desligados entre sí, Ulldeter (autor: Pere Oller).

### 3.4. Nieve de grano fino

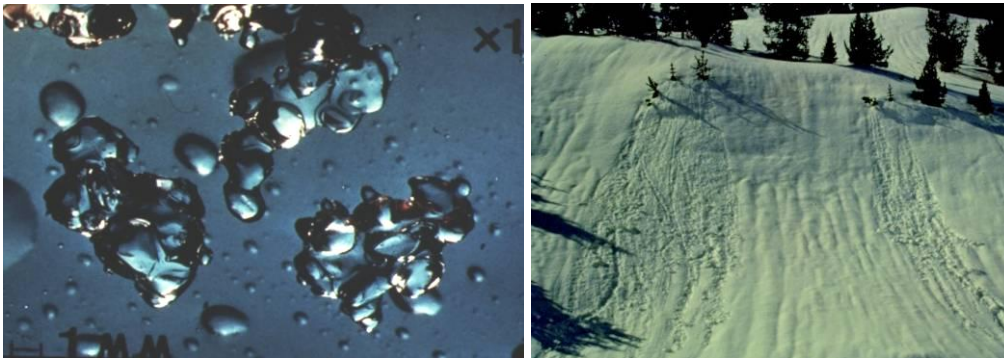
Si después de una nevada las temperaturas son suaves y el tiempo nuboso, la nieve sufre poco enfriamiento y los fragmentos de las estrellas se transforman en unos granos pequeños bien cohesionados entre sí. Estos granos pequeños y con forma elíptica unidos entre sí se llaman granos finos y constituyen niveles bien consolidados y de buen soporte para posteriores capas de nieve que se acumulen encima. Este proceso es más efectivo avanzado el invierno, cuando el espesor de nieve en el suelo es considerable. Dan lugar a mantos estables, siempre y cuando entre esas capas de granos finos no haya capas débiles.



Figuras 13 y 14. Izquierda, grano fino (fuente: ANENA). Derecha, aspecto de la nieve de grano fino; los granos están unidos por puentes de hielo, Coll de la Marrana (autor: Carles García).

### 3.5. Nieve de fusión y costras

Cualquiera de las nieves que hemos visto hasta ahora, cuando llega un periodo de días cálidos los granos de nieve empiezan a fundirse y a aglomerarse, absorbiéndose los unos a los otros, creándose granos de gran tamaño recubiertos de una película de agua líquida. La película de agua va en aumento hasta que los granos de nieve se desmoronan ladera abajo como si de una colada de barro se tratara, dando lugar a los aludes de fusión. Es el denominado grano de fusión y se forman cuando aparece agua líquida en el interior del manto, bien porque la nieve se encuentra a 0 °C por altas temperaturas ambientales, bien porque llueve. Por lo tanto, es un tipo de nieve más propia de la primavera, pero que también podemos encontrar en invierno en caso de temperaturas altas o aumentos térmicos notables.



Figuras 15 y 16. Izquierda, granos de fusión (fuente: ANENA). Derecha, aspecto de la nieve de fusión, donde los granos se han saturado de agua líquida y empiezan a rodar como purgas. Observad que encima de la nieve se ven surcos debido al efecto de la lluvia, Benasque (autor: Carles García).

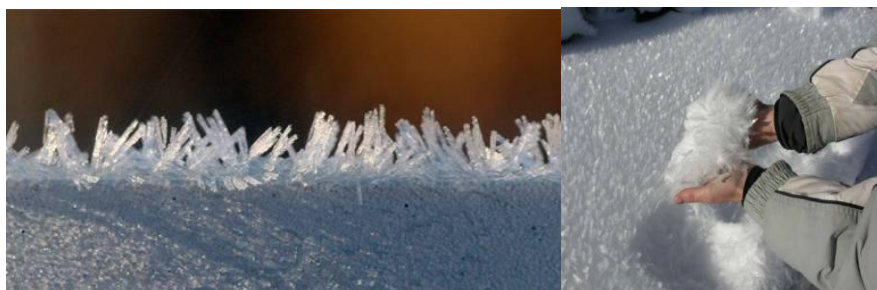
Cuando vuelva a hacer frío o al caer la noche, esta nieve de fusión se enfría por debajo de 0 °C y el agua líquida se hiela dando lugar a las costras de fusión-rehielo (existen otros muchos tipos de costras). La costra es la nieve más estable en cuanto al peligro de aludes, ya que los granos están fuertemente cimentados entre sí e impiden la transmisión de sobrecargas a niveles más profundos del manto. Otro tema es su papel como favorecedora de aludes en caso de nevadas muy frías que se depositan en contacto con ella.



Figuras 17 y 18. Izquierda, aspecto de la nieve encostrada, en este caso por efecto posiblemente de la lluvia. Posteriormente ha nevado con viento, ya que por encima se adivina nieve venteada, Espot (autor: Carles García). Derecha, nieve encostrada por la mañana que a lo largo del día va fundiendo y ablandándose, Benasque (autor: Pere Oller).

### 3.6. La escarcha

La escarcha es un tipo de cristal de hielo que no es nieve porque no se forma en las nubes, pero tiene una importancia capital en la actividad de aludes. La escarcha se forma por el mismo proceso que el rocío, pero con temperaturas bajo cero. Durante las noches frías y despejadas la superficie de la nieve se enfría mucho; a su vez, por contacto, enfría el aire que tiene a su alrededor hasta el punto de saturarlo. De esa forma, el vapor de agua que contiene el aire se condensa sobre la superficie de la nieve en forma de cristallitos de hielo en forma de plumas y hojas estriadas. Al esquiarla parece nieve polvo ya que no hay uniones entre los cristales de escarcha y produce un ruido como de chisporreo bajo los esquís. El problema aparece cuando esta escarcha queda enterrada bajo una nevada ya que se comporta como capa débil. Esto es debido a que los cristales se mantienen aislados los unos de los otros, como si fueran fichas de dómينو o copas de vidrio que soportasen una pesada capa de nieve. Por tanto, si se observa escarcha sobre la superficie de la nieve, hay que estar pendiente de futuras nevadas. En este caso la inestabilidad será alta.



Figuras 19 y 20. Izquierda, detalle de la escarcha. Derecha, aspecto sobre el terreno; no es habitual un espesor de este calibre en el Pirineo, donde alcanza en general espesores inferiores a los 5 cm, Masella (autor: Nacho Moreno).

## 4. TIPOS DE ALUDES

Existen diversas clasificaciones de tipos de aludes, pero la más sencilla y práctica, por estar relacionada con los tipos de nieve es la que os mostramos a continuación: aludes de nieve reciente, de placa y de fusión.

### 4.1. Aludes de nieve reciente

Se producen a partir de la nieve fresca recién caída. Cuando las dendritas o ramitas de las estrellas se rompen (por el viento, por aumento de temperatura, por nueva precipitación, etc.), la nieve reciente se moviliza por gravedad. Entre que deja de nevar y empiezan a caer los aludes de nieve reciente pueden pasar desde horas a días. Por lo tanto, hay que desconfiar de un gran paquete de nieve reciente aunque hayan pasado algunos días desde la nevada, ya que quizás aún no se haya asentado y estabilizado (ya hemos visto que depende de la meteorología).

Son aludes peligrosos a partir de nevadas superiores a los 30-50 cm en 24 horas, ya que el volumen de nieve movilizado puede generar efecto aerosol (baja la nieve en forma de nube a velocidades de hasta 200 km/h) con capacidad de destruir edificaciones y masa forestal.

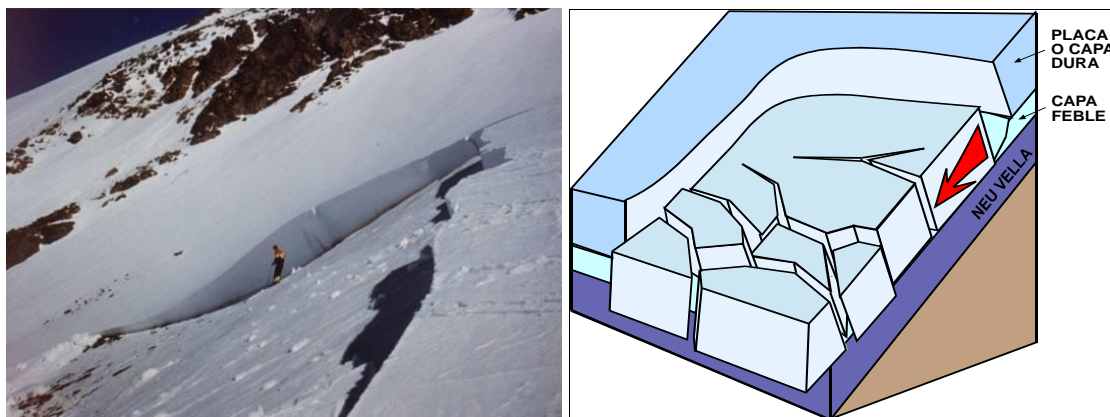


Figura 21. Alud de nieve reciente con efecto aerosol, Rocosas, (fuente: [//nsdic.org/gallery/snow](https://nsdic.org/gallery/snow)).

Los aludes de nieve reciente son más probable que empiecen a caer cuanto más intensa sea la nevada (es más peligroso que nieve 40 cm en 5 horas que en 24 horas), si nieva húmedo sobre nieve seca o cuando haya un cambio de tiempo más bien brusco después de la nevada (aumento de la radiación solar, aumento de la humedad, entrada de viento, lluvia, nieve, niebla). Un buen indicador del momento crítico es cuando observéis que empieza a caer la nieve reciente de los árboles, de barandillas y otros objetos. En este momento hay que evitar las zonas acanaladas y grandes laderas abiertas.

## 4.2. Aludes de placa

Son los más peligrosos ya que suponen cerca del 90% de los accidentes por aludes en Catalunya, y cifras similares en Alpes y Rocosas. Para que se produzca un alud de placa es necesario: 1) la placa de viento, una masa de nieve transportada por el viento, que tiene una alta densidad y una apariencia, a veces, compacta (placas duras) y, a veces, parece nieve reciente (placas blandas). También se pueden formar por temperaturas suaves, pero estas son menos frecuentes 2) una capa débil, capa blanda sobre la que se sustenta de forma precaria la placa (nieves frías con granos poco cohesionados como facetas, cubiletes, escarcha o nieve granulada). La avalancha se puede desencadenar de forma natural si la placa continúa sobrecargándose por nevada, por viento con transporte de nieve o por lluvia, o bien se puede desencadenar de forma accidental por causa humana. En este caso, la sobrecarga la provocamos nosotros al pasar por encima, ya sea con esquís, tabla, raquetas, a pie o en moto de nieve. En ambos casos, el sobrepeso adicional termina aplastando la capa blanda, se recolocan los granos de la capa débil al ser prensada y disminuye su volumen. Esto hace que se hunda la placa y se rompa en bloques mientras se precipita ladera abajo. Un buen indicador de peligro de aludes de placa es cuando observéis que se abren fisuras a partir de los esquís y bastones, o máximo peligro, cuando sintáis una especie de sonido sordo que escapa del manto, como un "WOUM", resultado del hundimiento de la placa.



Figuras 22 y 23. Izquierda, fractura o cicatriz de un alud de placa de viento dura, Boí (autor: Nivomet SL). Derecha, esquema del funcionamiento de un alud de placa; es fundamental la existencia de una capa débil para que colapse la placa (autor: Pere Oller).



### 4.3. Alud de fusión

Aunque sea un tipo de alud bastante frecuente, sólo representa aproximadamente un 10% de los accidentes por aludes en Catalunya. Se trata de un movimiento de nieve donde hay agua líquida en el manto (responsable de fundir las uniones entre granos), ya sea por las altas temperaturas o porque haya llovido. Baja de forma lenta debido a la alta densidad de la nieve mojada (20-30 km/h) y por el elevado rozamiento de la nieve se adapta muy bien en el descenso a la forma del relieve, bajando normalmente confinado por canales y torrenteras. Son, por lo tanto, estos los lugares que deberán evitarse cuando la situación sea de peligro de aludes de fusión, especialmente si son días soleados (orientaciones sureste, sur, suroeste) a medida que avance el día y aumente la temperatura. Si es una situación de lluvia sobre nieve fría y porosa el peligro se extiende a todas las orientaciones. Son aludes fáciles de identificar porque el depósito es en forma de bolas.

Si observáis que, progresivamente, os vais hundiendo en nieve húmeda a medida que avanza el día y veis caer purgas y pequeños aludes de nieve húmeda, es un buen indicador de que el peligro de aludes de fusión está aumentando.



Figuras 24 y 25. Izquierda, alud de fusión (fuente: Archivo IGC). Derecha, depósito en forma de bolas, característico de los aludes de fusión (fuente: Archivo IGC).

Ahora que ya tenéis más conocimientos sobre los tipos de nieve y los aludes, volved a revisar los tópicos que comentábamos al inicio del capítulo. Veréis como vuestros razonamientos han cambiado.

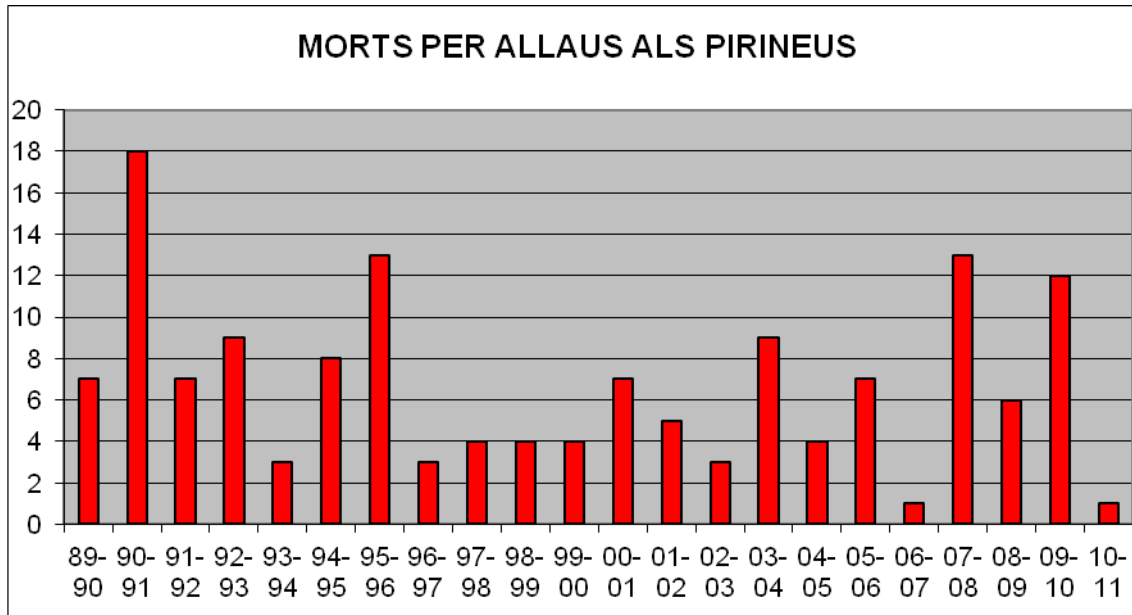
## **5. TAMAÑO DE LOS ALUDES**

Hablar del tamaño de los aludes, desde nuestra perspectiva de practicantes de deportes en la alta montaña, puede dar lugar a interpretaciones equívocas. Hay varias clasificaciones, desde la más sencilla y tradicional que establece aludes pequeños (inferiores a 100 metros de recorrido), medianos (entre 100-500 m) y grandes (superiores a 500 metros), hasta la adoptada recientemente a nivel europeo que establece 5 tamaños (purgas, pequeños, medianos, grandes y muy grandes). En esta última clasificación, excepto la purga, cualquier tamaño es potencialmente mortal para las personas. Obviamente, cuanto más grande sea, mayor capacidad destructiva, pero una avalancha pequeña nos puede precipitar al vacío si estamos haciendo escalada en hielo o trepando en roca, o incluso desequilibrarnos con esquís en un flanqueo delicado. Desgraciadamente, ha habido casos de accidentes mortales en el Pirineo de Catalunya por aludes pequeños en laderas de fuerte pendiente, superiores a 40 °.

Por lo tanto, no pensemos que una avalancha pequeña es siempre inofensiva. Una situación en que se pronostiquen aludes muy probables de pequeño tamaño debe hacernos extremar las precauciones en caso que abordemos terrenos de fuerte pendiente con trampas (precipicios, rocas), donde la pérdida del equilibrio pueda ser letal.

## **6. ACCIDENTES POR ALUD**

La percepción que suele tener el practicante de deportes de alta montaña es que los aludes son un peligro natural con una afectación más baja de la real. ¿Os sorprende que el número de muertos por aludes sea de una media anual de 7 en todo el Pirineo (vertiente francesa, España y Andorra)? ¿Sabíais que, recientemente, sólo por aludes durante la temporada 2007-08 murieron en todo el Pirineo 13 personas, o 12 durante la 2009-10?



Figuras 26. Evolución del número de víctimas mortales por aludes en todos los Pirineos. Un total de 147 en 22 años (fuente: ACNA)

Sin entrar en cifras concretas, las características más habituales de un accidente por alud es aquel en el que el afectado es un esquiador de montaña, aunque van aumentando rápidamente los practicantes del esquí fuera pista, tanto surferos como esquiadores de pista, y en cuantía mucho más baja los raquetistas. Los accidentes más frecuentes tienen lugar en laderas umbrías (orientaciones N y NE), principalmente, extendiéndose también a las orientaciones E. La época más propicia para los accidentes es la parte más fría del invierno, diciembre y enero. Son aludes de placa de tamaño medio y pequeño, sobre todo concentrados en situaciones en que se ha pronosticado peligro de aludes NOTABLE (3). La inmensa mayoría (más del 80%) son aludes accidentales, es decir, provocados por la propia sobrecarga ejercida por el grupo involucrado. Las situaciones nivometeorológicas propicias para las avalanchas accidentales son muy diversas, pero destaca, por frecuente, la originada por nevadas con viento, especialmente si días atrás el tiempo había sido anticiclónico y frío.

## CAPÍTULO 2: EL TERRENO

Ivan Moner, predictor de aludes en el Centre de Prediccion de Lauegi, Val d'Aran

### 1. INTRODUCCIÓN

*"Cuando la nieve es el problema, la solución está en el terreno".* Proverbio  
norteamericano

*"El manto nivoso es un conocido caprichoso y errático que nunca acabas de conocer de verdad. El terreno es un amigo constante y previsible con el que siempre puedes contar".* Karl Klassen, jefe del servicio de predicción de aludes de Canadá

Como las citas que encabezan el capítulo sugieren, un buen conocimiento del terreno avalanchoso es la mejor herramienta que podemos tener para movernos con seguridad por las montañas nevadas. Incluso los profesionales de la nieve, con años de experiencia y buenos conocimientos, debemos aceptar un alto grado de incertidumbre cuando evaluamos la estabilidad de una ladera determinada. Y aún, si los tests de estabilidad, los perfiles y demás herramientas e indicios nos permiten hacer un diagnóstico correcto, la variación espacial de la nieve (la forma en que la nieve cambia de un lugar a otro, a veces en unos pocos metros) puede hacer que nuestra cuidadosa evaluación resulte no sólo inútil, sino incluso peligrosa.

Así que, si tenéis que aprender sólo algo sobre los aludes, que sea sobre terreno. Podéis llegar a viejos saliendo cada día del invierno si sabéis como interpretar y usar el terreno a vuestro favor, aunque en la vida no uséis la pala más que para limpiar la entrada del refugio!

### 2. PARTES DE UN ALUD

Empezemos con algunas definiciones, de manera que todos nos entendamos al hablar:

El **terreno avalanchoso** es un área con una o más zonas de aludes.

Una **zona de aludes** es una localización fija por donde los aludes se mueven. El tamaño de estas zonas puede ir de unas pocas decenas de metros hasta comprender la vertiente entera de una montaña, con caídas verticales de más de 1500 m en los Pirineos. Dentro de una zona de alud, los aludes pueden arrancar, transcurrir y detenerse en zonas diversas, pudiéndose distinguir idealmente para cada avalancha una zona de salida, trayecto y llegada.

La **zona de salida** es la localización donde la nieve inestable cede y empieza a moverse. La cicatriz de coronación (en los aludes de placa) y el punto de iniciación (en los aludes de nieve sin cohesión) definen el límite superior de la zona de salida para cada avalancha. El límite inferior a menudo es poco definido, aunque a veces puede apreciarse el *stauchwall*, la línea donde la placa en movimiento cabalga sobre la nieve que queda inmóvil.

La **zona de trayecto** es la vertiente por debajo de la zona de salida que conecta con la superficie donde se acumula el depósito de la avalancha. Es donde la velocidad del alud es mayor y, aunque en grandes aludes puede ser definida claramente, no ocurre así con los más pequeños.

La **zona de llegada** del alud es donde este pierde velocidad, acumula el depósito y finalmente se detiene.

Aunque estos términos se refieren a aludes individuales, a menudo se manejan para hablar del terreno. Entonces indicaremos las zonas de salida, trayecto y llegada del mayor evento esperable en esa zona de alud. De esta manera, se dice que una pequeña avalancha se detuvo en la zona de trayecto, cuando no alcanza la zona de llegada del alud máximo esperable.



Figura 1. Partes de un alud de placa. 1: Cicatriz. 2: Cicatriz de coronación. 3: Base de la placa. 4: Zona de salida. 5: Flanco. 6: Límite inferior de la placa. 7: Zona de trayecto. 8: Depósito. 9: Zona de llegada. 10: Alcance de la avalancha (fuente: Bruce Tremper).

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE SALIDA

Como ya sabéis, la gran mayoría de los accidentes se producen por la sobrecarga producida por el propio accidentado o sus compañeros, casi siempre cuando transitaban por la zona de salida de un alud. Es por tanto crucial saber reconocer sus características. A continuación repasamos las más significativas.

#### 3.1. La pendiente

El motor que desliza la nieve ladera abajo es, evidentemente, la gravedad. Cuanto mayor es la pendiente, mayor es la fuerza que tira de la nieve ladera abajo. Pero no pasa exactamente igual con el peligro de aludes. Este incrementa con la pendiente hasta llegar a los 38-40°, para disminuir por encima de este valor. Especialmente cuando se superan los 50°, las purgas frecuentes no suelen dejar acumular suficiente nieve como para producir placas de tamaño significativo. Nótese el "acostumbran": en determinadas situaciones, grandes placas pueden desprenderse en pendientes tan acusadas como 60 °.

Son por tanto las pendientes comprendidas entre los 35 y los 45 ° las más peligrosas, y también las más divertidas de esquiar.

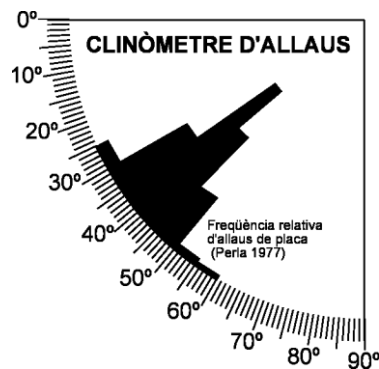


Figura 2. Estadística de accidentes por alud de placa según la pendiente (fuente: Perla, 1977)

Saber evaluar la pendiente de una ladera no es algo tan fácil ni inmediato como podría parecer, especialmente cuando la tenemos delante o nos faltan referencias. Es fácil subestimar o, más frecuentemente, sobreestimar la pendiente en 5 o 10 °, y este es un error que nos puede llevar de la zona "verde" (los 25 °) a la más "roja" de todas (los 35 °). Hay que adiestrar el ojo hasta reducir el error por debajo de los 5 ° como máximo, mejor si sólo son 2 o 3. Y la única manera de conseguirlo, es corregir los errores sistemáticamente: hacer una estimación y a continuación verificar con un clinómetro u

otro método. Después (quizá) del DVA, la pala y la sonda este aparato puede ser la mejor ayuda para moverse con seguridad en terreno de aludes.

Los mejores clinómetros son los que vienen integrados en la propia brújula, que además, igualmente os haría falta. Permiten medir la pendiente de una pequeña parte de una ladera, poniéndolos sobre el bastón directamente a la nieve, o alineando el ojo con la parte de ladera que nos interesa. También existen de digitales, que se acoplan a los bastones, y pequeñas tarjetas destinadas específicamente al mundo de la nieve y los aludes.



Figura 3. Diferentes modelos de clinómetros: digital, integrado en la brújula o dentro del smartphone. No importa cuál se elija, la cuestión es tener claro en qué pendiente nos encontramos (fuente: Piesps, Pistehors.com i Androidfreeware.com).

Otra forma precisa de medir la pendiente de la ladera es por el método del péndulo, utilizando los bastones. Pondremos el bastón sobre la superficie, perpendicular a la pendiente y con el puño en la parte baja. Marcaremos sobre la nieve la longitud del palo. Después, levantaremos el bastón y uniremos los puños de los dos bastones, haciendo que el segundo caiga en vertical. Cada 10 cm de diferencia respecto a la marca inicial, serán 3° respecto a los 30° iniciales.

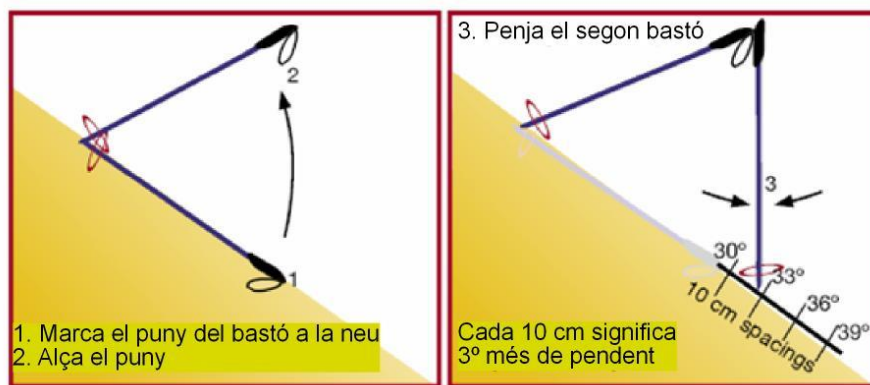


Figura 4. Forma de medir la pendiente de una ladera con los bastones de esquí. Método del péndulo.

Hay que tener en cuenta no sólo la pendiente que tenemos directamente bajo los pies sino también la que nos rodea en todas direcciones. En determinadas condiciones es posible desencadenar un alud desde una parte plana o de poca pendiente situada por encima o por debajo de una zona de mayor pendiente. El peligro si estamos por debajo es evidente, pero hay que tener en cuenta la posibilidad de que una placa, especialmente si es dura y gruesa, tire de la nieve por encima de la vertiente y la arrastre cuesta abajo. A veces, también, se pueden producir desencadenamientos en zonas adyacentes a la que nos encontramos.

Seremos conscientes de la pendiente que nos rodea, considerando que:

- Con peligro 1, hay que considerar la pendiente del terreno por donde hacemos la traza.
- Con peligro 2, hay que considerar la pendiente de una franja de 20 m a cada lado de nuestra traza debido a los posibles desencadenamientos a distancia.
- Con peligro 3 y superior: hay que considerar la vertiente entera.

### 3.2. Orientación respecto al sol

La dirección en la que una vertiente está orientada respecto al sol tiene una influencia capital en la estructura que tendrá la nieve en este lugar. Al igual que pasaba con la pendiente, nadie ha nacido con una brújula integrada en la cabeza, así que hay que adiestrar el instinto hasta ser conscientes en todo momento de dónde está el norte y hacia dónde mira la ladera en que nos encontramos o la que queremos evaluar. La única manera de hacer esto es practicar y tener una brújula para corregir las estimaciones incorrectas.



En latitudes intermedias como las que se encuentran los Pirineos, los Alpes y las montañas de Norteamérica, la orientación de la ladera influye directamente en el peligro de aludes, como demuestra la siguiente figura:

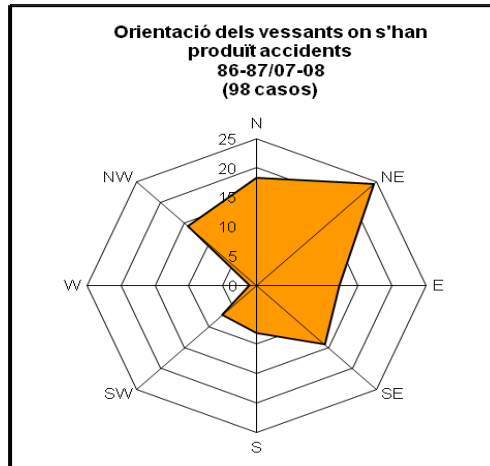


Figura 5. Orientación de las vertientes donde se han registrado accidentes en el Pirineo de Catalunya (fuente: IGC-2008)

Estos resultados pueden ser explicados teniendo en cuenta que:

- Las laderas orientadas al norte reciben mucha menos energía del sol que las orientadas al sur, y esto condiciona dramáticamente el manto.
- Las laderas orientadas al este reciben el sol a primera hora de la mañana, cuando la atmósfera aún es fría, mientras que las oeste lo reciben cuando el aire ya lleva todo el día calentándose. Por este motivo las vertientes este, en el corazón del invierno, se comportan como las norte, mientras que las oeste se parecen más a las sur. A medida que avanza la temporada, y especialmente en primavera, el abanico de vertientes "soleadas" se va ensanchando. En diciembre y en enero sólo consideramos soleadas las vertientes sur y oeste, mientras que a finales de abril ya sólo se comportan como umbrías las norte y noreste.
- Un manto frío tiende a desarrollar un mayor número de niveles débiles persistentes, y conservarlos activos durante períodos de tiempo más largos.
- En las situaciones en que el peligro de aludes se debe al calor y la insolación, la situación es exactamente la opuesta, y son las vertientes orientadas al sur las que antes se ponen peligrosas.
- Durante períodos largos de mal tiempo, con poca insolación, las diferencias entre las orientaciones se diluyen.

Si alguna vez vais a esquiar en el hemisferio sur, recordad que la situación es allí inversa. En las montañas situadas entre los trópicos, la orientación respecto al sol tiene poca importancia pues este pasa muy alto por el cielo.

### **3.3. Orientación respecto al viento**

Como ya sabéis las placas formadas por el viento son, especialmente en los Pirineos, una de las principales amenazas que debemos afrontar. Por lo tanto, la orientación que tiene la vertiente respecto a los vientos dominantes o respecto al viento que ha soplado en los últimos episodios de transporte de nieve es un factor primordial a tener en cuenta. ¿Por qué es tan importante? El viento erosiona las laderas situadas a barlovento, y deposita la nieve en los sotaventos, creando acumulaciones de nieve con cohesión (placas) y haciéndolo hasta diez veces más rápido que la precipitación. En las condiciones adecuadas, el viento puede formar una placa de 1 m de espesor en 1 hora.

En el capítulo 6: Preparación de una salida se explica cómo leer en el paisaje la dirección del viento. Aquí sólo resaltaremos que hay que vigilar con las laderas situadas claramente a sotavento y también con aquellas en que el viento sopla paralelo y carga todas las depresiones y barrancos que encuentra en su camino. Llamamos este fenómeno "carga cruzada" y hay que tenerlo siempre presente.

### **3.4. Forma de la vertiente**

Este no es un factor tan decisivo como los expuestos hasta ahora, aunque si que hay que hacer algunas consideraciones al respecto. La forma de la vertiente es más importante cuando analizamos pequeños elementos del terreno que en grandes aludes.

Laderas convexas:

- Son las más peligrosas estadísticamente, las que producen más avalanchas y accidentes. Esto se debe a que son las inherentemente más inestables y también a que resultan más difíciles de trazar con seguridad, especialmente en cuanto nos las encontramos de bajada.
- En laderas pequeñas, la falta de apoyo que tiene la nieve en la base de la convexidad facilita el desencadenamiento.

- En estas laderas la pendiente aumenta progresivamente a medida que descendemos, hasta que nos podemos encontrar en un lugar mucho más inclinado de lo que quisiéramos. Se puede usar esta característica a nuestro favor si nos encontramos con placas blandas, haciendo giros fuertes y saltos para desencadenar la placa de nuestros pies para abajo.
- Resulta difícil escapar durante el descenso de este tipo de vertientes una vez nos encontramos dentro. Hay que saber reconocer cuando la pendiente es excesiva para nuestras condiciones, poner pieles y volver a remontar.
- Son laderas difíciles de evaluar. Un perfil hecho en la parte alta, más plana, puede no tener nada que ver con uno hecho en la parte más inclinada.

#### Laderas cóncavas:

- En una vertiente de pequeño tamaño, a menudo el apoyo compresivo que hace la nieve de la base, de menor pendiente, es suficiente para sostener la nieve que tiene por encima.
- Estas vertientes tienden a acumular mayor cantidad de viento en episodios de viento.

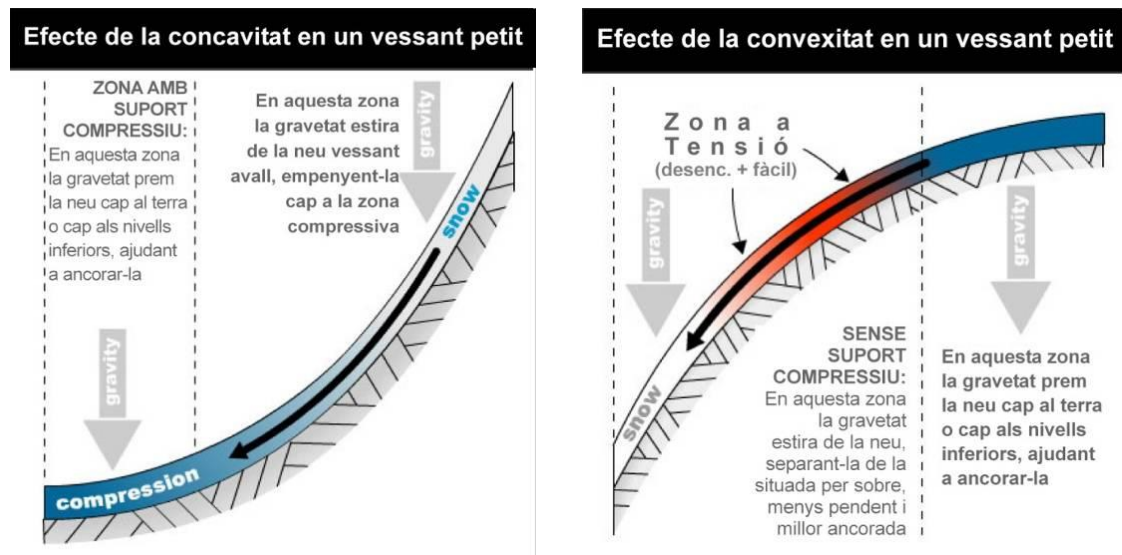


Figura 6. Efecto de la forma en una ladera pequeña (fuente: Forest Service National Avalanche Centro <http://www.fsavalanche.org>).

### 3.5. Anclajes

Los anclajes, como rocas, árboles, arbustos, tienden a mantener las placas en su lugar. Hay que tener en cuenta, pero:

- Los anclajes funcionan mucho mejor en placas duras que en placas blandas. Una hoja de papel clavada con un clavo en la pared es más fácil de arrancar que una chapa clavada de igual manera.
- Los anclajes deben ser espesos para ser efectivos. Un bosque claro no es ninguna garantía. En general, es necesario que sea de mal esquiar para poder tener confianza.
- Los anclajes, una vez tapados, dejan de hacer efecto. Es necesario que atraviesen la capa débil y se adentren en la placa.
- Cuanto mayor sea el tamaño del anclaje, más retiene la nieve en su lugar.
- Los anclajes acumulan estrés, de modo que si la fractura ocurre, esta tenderá a ir de árbol a árbol.
- En caso de producirse el desencadenamiento de un alud, los anclajes pasan de ser aliados a ser nuestros peores enemigos, siempre dispuestos a rompernos algún hueso.
- Hay que tener mucho cuidado en las laderas con bloques y rocas. Una vez tapados, estos elementos que inicialmente eran anclajes se convierten en lugares donde la nieve es especialmente débil. Son puntos más propicios al desencadenamiento de aludes.



Figura 7. Placa desencadenada accidentalmente a la base de el Tuc de Salana. Véase como la cicatriz va de árbol a árbol (autor: Jordi Gavalrà).

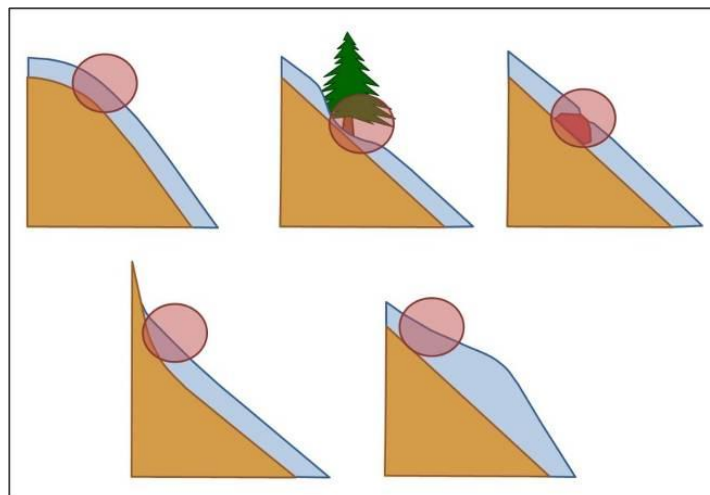


Figura 8. Observad continuamente las posibles zonas de ruptura y modificad vuestro itinerario en función de las mismas. Las zonas de ruptura más frecuentes pueden ser: una zona convexa, al pie de un árbol, una roca escondida, al pie de una pared o resalte rocoso, o en una zona de la ladera donde la capa superficial es más delgada (fuente: basado en McClung, 2006).

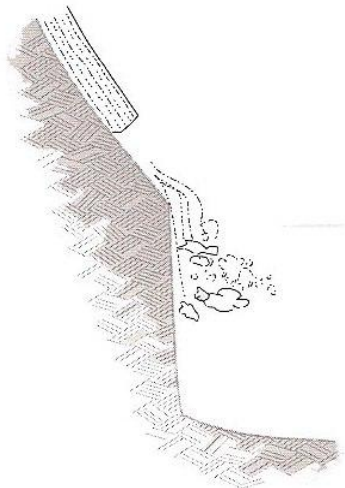
#### 4. CONSECUENCIAS: LAS TRAMPAS DE TERRENO

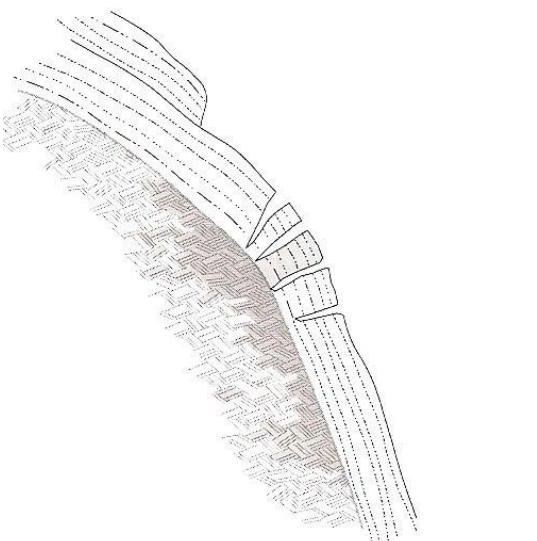
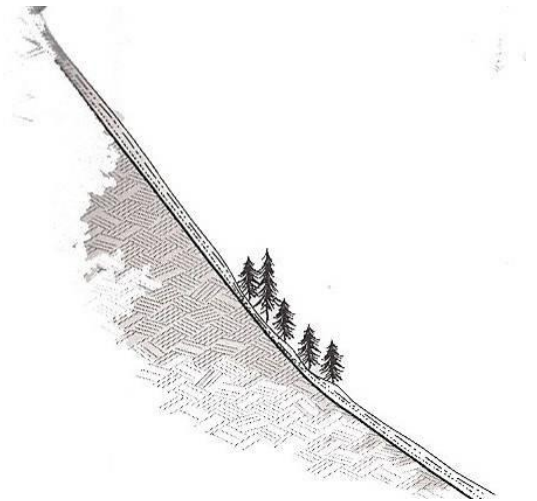
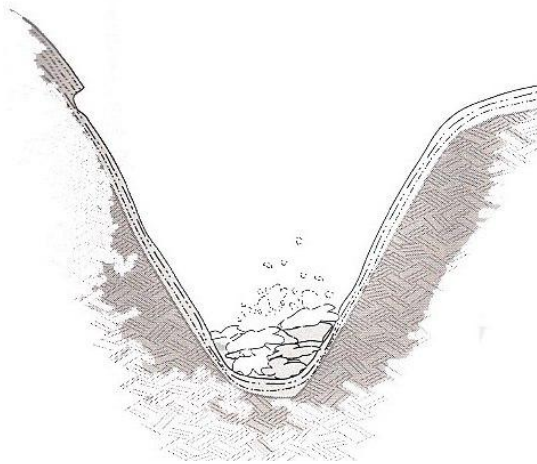
En los Pirineos, más de la mitad de las víctimas de avalancha son debidas a traumatismos sufridos durante el transcurso del alud. En diferentes porcentajes, lo mismo sucede en Canadá (50%), en Estados Unidos (25%) o en los Alpes. Además, hay que tener en cuenta que en una ladera de pendiente homogénea o que disminuye progresivamente, el depósito de un alud queda repartido en una gran área, dificultando

el entierro de una persona. Además, siendo una persona una "partícula" grande dentro de un flujo granular, esta tiende a quedarse en la superficie de la nieve.

Las trampas son todos aquellos elementos del terreno que agravan las consecuencias de un alud, ya sea produciendo lesiones o bien favoreciendo la acumulación del depósito en un lugar confinado. Las más frecuentes son:

- Aludes que acaban o transcurren por grupos de árboles. Estos pueden causar traumatismos a la persona arrastrada.
- Acantilados. Incluso una pequeña avalancha o una purga nos puede matar si nos hace saltar sobre una banda de rocas.
- Pérdidas repentinas de pendiente. La nieve se acumula en estos lugares, en lugar de dispersarse en una superficie mayor.
- Barrancos, depresiones... Los halfpipes naturales son divertidos, pero pueden resultar mortales ...





Figuras 9,10,11 y 12. Diferentes trampas del terreno (fuentes: dibujos Bruce Tremp, fotos Jordi Gavalrà).

## **5. VEGETACIÓ**

Ya hemos analizado los diferentes efectos que tiene la vegetación en el terreno de aludes, actuando como anclaje o como trampa. Hay una última consideración a tener en cuenta, y es la forma en que la vegetación nos puede servir para evaluar si estamos en terreno de aludes o no. Esto tiene especial relevancia cuando circulamos por terreno que no conocemos en días de poca visibilidad. Paseando por una pista dentro del bosque en un día de nevada, la vegetación puede ser la única herramienta para saber si estamos en un buen lugar para parar a almorzar o hay que salir de allí...

- Zonación vertical del bosque: el bosque tiende a tener diferentes zonas de vegetación en función de la altura, de manera natural. Cuando se observa una zona vertical, por ejemplo, de caducifolios (avellanos y abedules, típicamente) dentro de un bosque desarrollado de coníferas puede tratarse de una canal de avalanchas.
- Árboles dañados: árboles descabezados, tumbados o con ausencia de ramas en el lado superior indican el paso de aludes con una cierta frecuencia.
- Árboles de edad inferior al resto: pueden indicar que allí se produjo una avalancha.

## **6. CLASIFICACIÓN DEL TERRENO DE ALUDES**

Desde 2004 se usa en Canadá un sistema de clasificación del terreno que poco a poco va extendiéndose por todas partes, y que será utilizado de manera piloto en el Valle de Arán a partir de la temporada 2011/2012.

El objetivo es hacer llegar al público en general una escala simplificada del terreno de aludes que, combinado con la predicción de aludes, ayudará a seleccionar mejor el itinerario de la salida. La escala clasifica el terreno en tres niveles: simple, desafiante y complejo. El terreno simple requiere nociones básicas de apreciación del terreno y una buena dosis de sentido común. Es el tipo de terreno dirigido a montañeros noveles con conocimientos elementales de nieve y aludes. Los terrenos desafiante y complejo piden nociones de terreno cada vez más avanzadas y también conocimientos para comprender los contenidos del Boletín de Peligro de Aludes y saberlos aplicar sobre el terreno.



Descripción	Clase	Criterios de clasificación del terreno
Simple	1	Exposición en pendientes bajos y terreno forestal. Algunos claros de bosque pueden implicar zonas de llegada de aludes poco frecuentes. Muchas opciones para reducir o eliminar la exposición. No se pasa por terreno glaciar.
Desafiante	2	Exposición en zonas de trayecto de aludes bien definidos, en zonas de salida o trampas. Hay opciones para reducir o eliminar la exposición encontrando rutas más seguras. Se pasa por terreno glaciar sencillo pero también puede haber peligro por grietas.
Complejo	3	Exposición en zonas de trayecto de aludes múltiples y superpuestos o grandes extensiones de terreno abierto y pendiente. Zonas de inicio de aludes múltiples y con trampas abajo. Mínimas opciones de reducir la exposición. Se pasa por terreno glaciar complicado con grandes zonas de grietas o cascadas de hielo.

Figura 13. Escala de clasificación del terreno de aludes (fuente: Parks Canada Agency - Canadian Avalanche Association)

Pero la peligrosidad del terreno varía en función de las condiciones. Por ello, la escala de clasificación del terreno de aludes va acompañada del *Avaluator*, que nos avisa sobre la idoneidad de hacer un determinado itinerario, en función de las condiciones nivológicas.

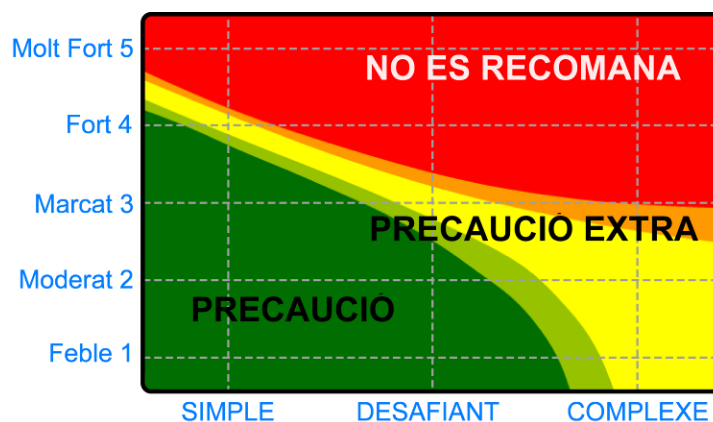


Figura 14. Avaluator (fuente: Canadian Avalanche Centre).

A continuación, tenéis unos cuantos ejemplos pirenaicos de los diferentes tipos de terreno de la escala de clasificación.



Figura 15. Puigpedrós. Lomo de pendientes suaves, terreno poco favorable al desencadenamiento de aludes. En la mayoría de condiciones se pueden trazar itinerarios seguros. Se trata de un terreno "simple" según la escala de clasificación del terreno de aludes (foto: Pere Oller).



Figura 16. Lagos de Carançà. Terreno variado, con zonas de fuerte pendiente y zonas convexas, pero a la vez con zonas protegidas. Hay que buscar bien el itinerario seguro. Se trata de un terreno "desafiante" según la escala de clasificación del terreno de aludes (foto: Pere Oller).

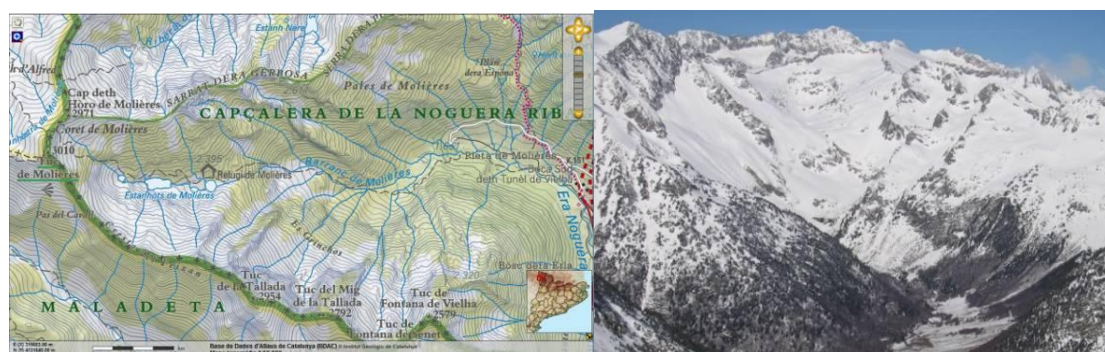


Figura 17. Valle de Molières. Terreno de fuertes pendientes, con pocos lugares seguros. Hay que estar siempre atento, a pesar de que el peligro sea bajo. Con peligro natural, más vale no adentrarse en él. Se trata de un terreno "complejo" según la escala de clasificación del terreno de aludes (foto: Pere Oller).



Figuras 18, 19 y 20 (arriba y al lado). Zonas de terreno simple en el Valle de Arán. Por orden de aparición: Uishèra, Beret y Closos (fotos: Conselh Generau d’Aran).



Figuras 21, 22 y 23 (abajo). Zonas de terreno desafiante en el Valle de Arán. Por orden de aparición: pasada Nebot, Oelhacrestada, Sendrosa y Arenho (fotos: Conselh Generau d’Aran).





Figuras 24, 25 y 26. Zonas de terreno complejo en el Valle de Arán. Por orden de aparición: cara norte de Baqueira, Magic Mountain (Malh Blanc) y Montardo-Saslösses (fotos: Conselh Generau d'Aran).

## **CAPÍTULO 3: EL FACTOR HUMANO**

Glòria Martí i Domènech, predictora de aludes en el Institut Geològic de Catalunya

### **1. INTRODUCCIÓN**

Normalmente, al realizar una excursión, además de disfrutar y pasárnoslo bien, queremos finalizarla regresando a casa a salvo. Aunque esto parezca obvio, debemos ser conscientes de que en todas las actividades que realizamos en nuestra vida, incluyendo también las actividades de recreo, buscamos retos que en muchos casos implican cierto riesgo. Forma parte de la condición humana buscar esos retos tanto en la vida cotidiana como en el ocio ya que hacen la vida más interesante y más llena, tal y como indican los especialistas en psicología.

A la hora de decidir si tirarnos o no por una ladera debemos evaluar y predecir cómo de estable o inestable está. Esta predicción es un tablero que se sostiene sobre cuatro pilares: 1) evaluación de la nieve 2) evaluación del terreno 3) evaluación de la meteo y 4) evaluación de nosotros mismos y de nuestro grupo, en definitiva evaluación del llamado factor humano. El orden en que hay que hacer nuestras valoraciones no tiene porque ser necesariamente el que acabamos de listar. Es más, en cuanto al factor humano, el cuarto apuntado, podríamos decir lo mismo que los anglosajones: "the last but not the least". Es decir, el último pero no el menos importante. Según el análisis de accidentes tanto en Suiza como en EEUU y Canadá, el factor humano se convierte en la principal causa de los mismos. En la mayoría de los accidentes se había percibido correctamente el peligro pero falló la toma de decisiones debido a una serie de trampas inherentes a nuestro cerebro que enturbian nuestros razonamientos y nos conducen a errores fatales.

Según las estadísticas de accidentes de aludes de los diferentes países, la mayoría de estos son provocados por las mismas personas. En algunos casos los accidentes se dan porque el usuario no es consciente del peligro que hay o no tiene conocimientos suficientes para valóralos. Pero como decíamos antes, la gran mayoría de accidentados eran conscientes de que había indicios de peligrosidad. Por poner un ejemplo, en Estados Unidos en el 75% de los accidentes los accidentados habían percibido entre 2 y 3 síntomas claros de inestabilidad y entre un 30% y un 50% de los accidentados habían previamente recibido algún programa de formación en aludes. Con cierta frecuencia, los usuarios que tienen cierta formación y experiencia en aludes, al sufrir un accidente aunque sea leve, hacen una valoración cuando ya están

fuera del escenario. Es en esos momentos cuando ven claramente que habían detectado indicios de inestabilidad previos al accidente i a pesar de ello decidieron continuar. ¿Por qué? - se preguntan. Los implicados normalmente detectan esos indicios pero no los acaban de "ver" o los ignoran. ¿Cómo puede ser? Una vez regresados de la montaña, nos damos cuenta de los indicadores del peligro porque ya no estamos bajo presión. La explicación que se ha dado tras el análisis de los accidentes, tanto en los Alpes como en las Rocosas, es que la toma de decisiones a menudo se basa en emociones y sentimientos que se encuentran en nuestro subconsciente y no en conocimientos de la parte consciente de nuestro cerebro. Un dato interesante es saber que hasta el 95% de nuestros procesos mentales se dan en nuestro subconsciente. En definitiva esto lleva a subestimar el peligro o bien a sobrevalorar nuestras capacidades para tratarlo.

## **2. ¿QUÉ ES EL FACTOR HUMANO?**

Normalmente a la hora de decidir cuestiones cruciales que implican el análisis de múltiples factores utilizamos una serie de patrones o modelos que evitan hacer el juicio de forma racional y sí en cambio hacerlo en base a creencias preestablecidas basadas en sentimientos y emociones.

¿Cuáles son los factores humanos que conducen a accidentes?

Hay diferentes maneras de clasificar y tipificar los factores humanos. Independientemente de las clasificaciones, podríamos resumirlos en el siguiente listado:

- Actitud personal
- Exceso de confianza
- Ego
- Suposiciones incorrectas
- Presión de grupo
- Visión en túnel
- Incapacidad para abordar una realidad y aceptarla
- Rechazo o negación de evidencias
- Autocomplacencia
- Euforia

- Poca planificació
- Poca comunicació dentro del grup

Tal y como os indicábamos en la introducción, la toma de decisiones se basa en el análisis de cuatro elementos. Tres de ellos son elementos totalmente objetivos: terreno, nieve y meteorología, pero el cuarto, el que acaba decidiendo qué hacer, es totalmente subjetivo. En definitiva, el factor humano es aquel elemento subjetivo que analiza los datos, evidencias y demás elementos observados en base a generalizaciones, reglas cortas e inconsistentes que acaban siendo trampas.

## 2. ¿CUÁLES SON LAS TRAMPAS QUE NOS PLANTEA EL SUBCONSCIENTE?

Analizar un volumen considerable de información en un tiempo reducido implica un esfuerzo mental que muchas veces evitamos y, por tanto, usamos atajos también denominados trampas heurísticas. Estas trampas son reglas rápidas y simples que no implican esfuerzo mental y sólo analizan una o dos evidencias, conduciendo así a errores fatales. A título de ejemplo en la tabla adjunta enumeramos algunos de los elementos que más comúnmente se dan en los accidentes analizados en Canadá y EEUU:

ELEMENTO DESENCADENANTE	TRAMPA HEURÍSTICA
Circulación por lugares conocidos. La mayoría de accidentes se producen en lugares conocidos.	Conozco el sitio/situación y nunca me ha pasado nada. Por lo tanto, sigo el itinerario.
Acciones encaminadas a gustar al resto del grupo.	Si digo que no quiero seguir, quedaré mal.
La opinión del líder es la que prevalece a pesar de que el resto del grupo detecta signos de inestabilidad. Algunos autores lo llaman "sheep syndrome".	Si un "experto" decide seguir, yo sigo.
Competir por algo escaso especialmente en presencia de varios grupos. Ejemplos: desvirgar una pala de nieve reciente, llegar antes al refugio o a la cima, etc.	Si bajo ahora la nieve estará mejor.
En situaciones con varios grupos de diferente nivel en conocimiento de aludes, el grupo más experto toma decisiones más arriesgadas, incluso más arriesgadas que si hiciera la actividad sin otros grupos. Llamado por algunos autores como "efecto de homeostasis".	Como sé más, puedo tomar decisiones más arriesgadas.
Grupos mixtos (hombres / mujeres) donde lo que prima es causar buena impresión al otro género. Llamado por algunos autores "factor testosterona".	No puedo quedar como "el cobarde" del grupo: debo lucirme para impresionar.

Las trampas son la herramienta que utiliza el factor humano para decidir. En el siguiente listado os incluimos algunas de las trampas que podemos tener en la percepción:

- **Creencias preestablecidas:** un caso típico es pensar que una ladera ya esquiada es siempre segura. La trampa es pensar que como ya han bajado por allí previamente, no hay peligro.

- **Resistencia/Inercia:** normalmente en los accidentes hay un decalaje en percibir el peligro. Es decir nos damos cuenta del peligro cuando ya casi se ha producido el accidente. No lo hemos sabido percibir antes, aunque los síntomas ya eran presentes.

- **Habitación:** normalmente, en una situación nivometeorológica idéntica, bajamos la guardia en lugares conocidos y en cambio en un lugar desconocido somos más cautos.

- **Instinto de rebaño:** normalmente el hecho de seguir un líder de facto sin plantearse nada se da sobre todo en grupos numerosos (superiores a 4 personas).

- **Prisas:** los americanos, con las prisas, hacen una analogía con los animales: síndrome del caballo ("horse syndrome") que tiene prisa por llegar al establo, es decir prisa para llegar al refugio, o bien el síndrome del león ("lyon syndrome"), prisa por dejar la primera huella, es decir llegar los primeros a los cima o a bajar una pala.

- **Género:** en América del Norte se ha cuantificado que un tercio de la población que hace actividad invernal está formado por mujeres, respecto a los dos tercios de hombres. Teniendo en cuenta este dato, la estadística muestra que el porcentaje de mujeres accidentadas en aludes es sólo del 6%.

- **Percepción de la meteorología:** la mayoría de accidentes se dan en días de buen tiempo, frecuentemente después de alguna nevada con mal tiempo. Sin embargo, "al loro" con los días de mal tiempo ya que la prisa por llegar al destino en un día de malas condiciones meteorológicas nos puede jugar una mala pasada.

- **Expertos:** representa un término polémico y en el mundo de la nieve y los aludes se pide que de alguna manera se precise el término. Un usuario de montaña puede llevar muy buen material y haber salido muchas veces pero en cambio tener pocas habilidades en reconocer terreno avalanchoso. También dentro de este apartado entraría el efecto de la homeostasis. Este término nos indica que en el proceso de



formación en aludes, nuestro límite para tomar acciones arriesgadas varía y, por tanto, cuanto más experto se es, se asume más nivel de riesgo.

- **Euforia o fiebre de la cumbre:** conforme nos acercamos a la meta que nos hemos propuesto, menos tenemos en cuenta las evidencias de peligro que puedan haber.
- **Comunicación en el grupo:** se considera básico comunicar la percepción de inestabilidad entre los integrantes del grupo. Normalmente en grupos numerosos la comunicación decrece o bien se hace más difícil. Algunos autores incluso apuntamos que el número óptimo de personas deberían ser de 3 o 4.
- **Sistemas de autoprotección:** es evidente que al ir a la montaña con nieve hay que ir con el DVA, la pala y la sonda. Sin embargo, el hecho de ir bien equipados y saber muy bien cómo hacer un buen auto-rescate no debe ser un motivo para obviar el riesgo. Un buen ejercicio sería que en caso de duda de si pasar o no por una pala, nos planteáramos si lo haríamos sin tener el material de seguridad.
- **"Extremos":** en las últimas décadas donde la imagen ha sido la gran protagonista, la creación de películas con imágenes impactantes sobre actividades en nieve ha tenido mucha incidencia, sobre todo en públicos jóvenes. En algunos países se ha optado por explicar que detrás de esas imágenes hay un trabajo previo que no se ve y que consiste en analizar las laderas donde se realizan estas actividades. Básicamente se trata de hacer comprender que para obtener una buena grabación y hacerla con seguridad hay todo un equipo detrás apoyando y analizándolo todo. Cuando salimos a la montaña no tendremos este equipo velando por nosotros. Somos nosotros mismos los que debemos saber valorar la situación con seguridad y buenos conocimientos.

### **3. ¿QUÉ PODEMOS HACER RESPECTO A LOS FACTURES HUMANOS?**

Para poder reducir el efecto que producen estas trampas es fundamental:

- En primer lugar conocernos a nosotros mismos para saber si tendemos a infravalorar, o no, determinadas situaciones. En otras palabras, debemos analizar en qué medida uno mismo es objetivo ante el riesgo de aludes.
- En segundo lugar entrenarse uno mismo en la toma de decisiones a partir del análisis de todos los factores de forma interconectada. Es muy importante tener en cuenta que el análisis de un solo o unos pocos factores puede conducir a graves errores en la decisión.

- Es muy recomendable que haya una buena comunicación entre los miembros del grupo, especialmente sobre el riesgo de aludes. No es necesaria una discusión en caliente sino un diálogo amistoso sobre los puntos más delicados en cuanto a la situación. Es decir que cada persona debería comunicar qué está detectando y experimentando. Esto permite tener una puesta en común respecto a las condiciones de estabilidad/inestabilidad y a la tolerancia ante el riesgo.

- Identificar cuando está incrementando el peligro de aludes. Si se observan 2 o más evidencias de peligro de aludes es necesario replantear el itinerario. A nivel práctico se recomiendan, además, ciertos métodos de reducción que calculan cuantitativamente el riesgo de alud reduciendo el factor humano, como por ejemplo el método de la reducción de Werner Munter 3x3, el Avaluator, el NivoTest, el SnowCard, etc.

#### **4. ¿QUÉ PAPEL TIENEN EN TODO ESTO LAS INSTITUCIONES Y LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN?**

Si uno de los objetivos institucionales es el de evitar accidentes por alud hay que incidir en los siguientes aspectos:

- Formación y educación: replantear los cursos de formación en aludes incidiendo especialmente en el factor humano. La mayoría de accidentes involucran a expertos o personas que en mayor o menor grado tienen alguna formación en aludes. Es importante tener en cuenta que los cursos sirven para tener elementos de análisis y no para dar una falsa sensación de seguridad por el solo hecho de haber asistido a un curso.

- Comunicación del peligro: es del todo fundamental consultar las fuentes oficiales y atender a las explicaciones de los boletines de peligro de aludes evitando quedarse sólo con el grado de peligro (en EEUU y Canadá hay varios foros de profesionales que planteaban incluso la supresión del grado de peligro-el número-). De todos modos, hay que tener en cuenta que el boletín es regional y por tanto tiene sus limitaciones. Elaborar productos a escala más local, puede ser muy útil para el usuario. Además, incorporar iconos, gráficos y mapas, así como un lenguaje adecuado que facilite la comprensión de los boletines es de gran ayuda. Finalmente, por parte de los medios de comunicación, evitar banalizar las acciones arriesgadas ya que conducen a una falsa sensación del "todo vale".

- Diseño de sistemas de ayuda a la toma de decisiones: hay que insistir en el diseño de métodos que involucren de forma activa al usuario pero, reduciendo al mismo tiempo, el factor humano.

## **CAPITULO 4: DESENCADENAMIENTO ACCIDENTAL DE PLACAS**

Montse Bacardit, predictora de aludes en el Centre de Prediccion de Lauegi, Val d'Aran

### **1. INTRODUCCIÓN**

Analizando las estadísticas de aludes del Pirineo, hemos visto que la gran mayoría de accidentes son debido a las placas accidentales. Como en su desencadenamiento nosotros jugamos un papel muy importante, es primordial que conozcamos los diferentes elementos del sistema y su dinámica.

Los objetivos de este capítulo dedicado al desencadenamiento accidental de placas son:

- Describir las características de la placa, la capa débil y otros ingredientes implicados en el desencadenamiento accidental de placas
- Explicar porque las placas accidentales fallan, se fracturan y ponen en movimiento una masa de nieve con cohesión que avanza ladera abajo. La disciplina que estudia el conjunto de estos procesos recibe el nombre de **mecánica de placas**.

### **2. INGREDIENTES BASICOS DE UNA ALUD DE PLACA ACCIDENTAL**

- La **placa**: capa de nieve con relativamente mayor cohesión respecto a su capa adyacente de abajo.
- La **capa débil**: capa de nieve con relativamente menor cohesión respecto a la capa que tiene encima.
- La **pendiente**: inclinación del terreno necesaria para poner en movimiento la placa ladera abajo.
- La **sobrecarga**: presión o estrés adicional provocado por una o más personas al pasar por encima de la placa.

La placa y la capa débil son pues capas de nieve con cohesión y formas de grano diferentes derivadas principalmente de la nieve reciente. La nieve se transforma básicamente de dos maneras. En primer lugar, los cristales de nieve pueden cambiar de tamaño y de forma. Este proceso lo llamamos **metamorfismo de la nieve** y es el

conjunto de cambios físicos de la nieve que dan lugar a la formación, evolución y destrucción de los diferentes tipos de cristales de nieve. También se establecen enlaces entre los mismos cristales, es decir, **uniones por puentes de hielo**, que los relacionan entre sí, respectivamente. El resultado de estos dos fenómenos determinados por los efectos de los agentes meteorológicos y nivológicos es un manto de nieve estructurado en capas de cohesión y resistencia variables.

Así pues, para desencadenar un alud de placa se necesitan, al menos, dos tipos de nieve: una placa y una capa débil. Las placas están formadas por capas fuertes de nieve. Un error común es poner más atención a las capas fuertes en lugar de las débiles. Sí, las capas fuertes dan lugar a las placas. Pero las capas débiles son la causa del desencadenamiento de las placas.

A continuación se resumen las características principales de la nieve con cohesión y la nieve sin cohesión, los principales mecanismos que las originan y su rol en el manto de nieve.

	<b>Nieve con cohesión</b>	<b>Nieve sin cohesión</b>
<b>Aspecto</b>	Cristales de tamaño pequeño Cristales redondeados Cristales no visibles Nieve dura	Cristales grandes Cristales angulosos Cristales fáciles de individualizar Nieve blanda
<b>Origen</b>	Temperatura suave durante nevada Viento Temperatura suave y espesor de nieve	Nevada reciente Fusión Frío y poco espesor de nieve Escarcha en superficie
<b>Rol</b>	<b>Placa</b>	<b>Capa débil</b>

Diferentes tipos de cristales de nieve pueden constituir una capa débil. Sin entrar con las particularidades de cada uno, es importante saber que por su naturaleza, su forma, y su persistencia, pueden dar lugar a **capas débiles no persistentes** y **capas débiles persistentes**. Las no persistentes, como su nombre indica, no perduran activas en el manto y tienden a destruirse con relativamente poco tiempo (uno o dos días). Las persistentes son especialmente peligrosas porque pueden durar semanas, incluso meses, en el manto de nieve. Por lo tanto, el tiempo en que las placas pueden

permanecer activas o, con otras palabras, el tiempo en que las placas pueden tardar en estabilizarse depende en mayor medida de que la capa débil sea de tipo no persistente o persistente.

### **El caso especial de las costras**

Las costras son nieve con cohesión particularmente fuerte y de espesor variable. Véase sus características en la tabla de abajo.

<b>Costras</b>		
<b>Aspecto</b>	<b>Origen</b>	<b>Rol</b>
Cristales grandes	Fusión / Rehielo	Capa de deslizamiento
Cristales en grumos	Lluvia	Capa fuerte: efecto puente
Brillante	Viento	Acelera formación capas débiles
Muy duro		Etc.

Las costras son un caso especial porque no actúan como placa o capa débil en sentido estricto, pero su presencia en el manto de nieve influye de manera directa al comportamiento de la placa y de la capa débil. Por ejemplo, si sobre una costra se forma el combinado placa + capa débil, la costra puede jugar el papel de superficie de deslizamiento muy efectiva de la placa. En el caso de un manto de nieve encostrado superficialmente, la costra es una capa fuerte que puede actuar de dos maneras: 1) ya que es muy dura, es muy resistente a la compresión y por eso nuestra sobrecarga le costará penetrar en profundidad. Este es el efecto más obvio, ya que muchas veces la costra es tan dura que no la podemos romper con la presión que ejercemos con los esquís 2) además, la costra puede ejercer un efecto puente, es decir, conferir resistencia lateral a la nieve. Esto quiere decir que en casos de un manto inestable por presencia de una capa débil interna que puede fallar y causar un alud de placa, la costra ayuda a sujetar lateralmente la nieve y por tanto se opone a la posible caída de la placa. Por otra parte, las costras también pueden favorecer la transformación de la nieve, tanto de la misma nieve que constituye la costra como la inmediatamente adyacente. Esta transformación es sobre todo de los procesos de metamorfismo de la nieve que aceleran la formación de nieve sin cohesión, más débil, que puede actuar como capa débil. Con estos y otros ejemplos queda patente que las costras son un tipo de capa de nieve que da complejidad al manto, no sólo a nivel de estructura sino también a nivel de mecánica del desencadenamiento de aludes de placa. Por lo tanto,

tendremos que prestar bastante atención cuando identificamos la presencia de costras, tanto en superficie como en el interior del manto.

El terreno necesario para que un alud de placa empiece a deslizarse hacia abajo es una ladera suficientemente empinada para que permita a la placa iniciarse y acelerarse. Así pues, cuanto más **pendiente** es el terreno, más nieve quiere resbalar montaña abajo. Pero como ya hemos dicho, el peligro por aludes de placa disminuye a partir de los 40° y en pendientes de más de 50°, purgas y pequeños aludes caen más frecuentemente y reducen el número de placas más gruesas y peligrosas.

Finalmente, la **sobrecarga** es el estrés o carga adicional provocada por una o más personas al pasar por encima de la placa y que provoca el desencadenamiento. La efectividad de la sobrecarga para desencadenar la placa depende de los siguientes factores:

- Espesor de placa y, por tanto, profundidad de la capa débil: cuanto más gruesa es la placa, más difícil es desencadenarla.
- Dureza de la placa: cuanto más dura es la placa, más difícil es desencadenarla.
- Tipo de sobrecarga, que viene determinada por:
  - i) La magnitud de la presión ejercida por una persona (sobrecarga débil) o un grupo de personas (sobrecarga fuerte)
  - ii) Si es un grupo de personas, la distancia entre ellas. Si se mantienen las distancias de seguridad entre los miembros del grupo, se evitan las sobrecargas fuertes
  - iii) La forma de progresar o deslizarse. Con tablas más anchas, la presión ejercida se reparte en una mayor superficie de nieve y por lo tanto penetra menos en el manto

### 3. MECÀNICA DE PLACAS

Ahora ya conocemos todos los ingredientes necesarios para cocinar un alud de placa pero nos falta la receta. El desencadenamiento accidental de placas se produce por una secuencia de tres procesos:

1. **Inicio de la fractura.** La sobrecarga de una persona o grupo de personas ejerce un estrés adicional en forma de presión en la superficie de la nieve que penetra en el manto hasta la capa débil. Esta presión supera la resistencia de la capa débil y provoca su colapso (de la capa débil). El colapso de la capa débil es el inicio de la fractura.
2. **Propagación de la fractura.** La fractura se extiende en todas direcciones por la capa débil, similar al efecto dominó. En este proceso, la flexión de la placa conduce la propagación de la fractura hacia fuera desde el punto de inicio.
3. **Formación de la cicatriz de coronación y fracturas de los flancos.** Finalmente, con la placa desligada de la base, la gravedad pone en movimiento la placa ladera abajo creando fracturas lineales visibles en la nieve en superficie. Estas fracturas - cicatriz de coronación y flancos - son las más visibles para nosotros pero, de hecho, son las últimas en producirse.

La figura 1 explica con detalle el inicio de la fractura y su propagación. La figura 2 representa la secuencia de los tres procesos en dos tipos de capa débil.

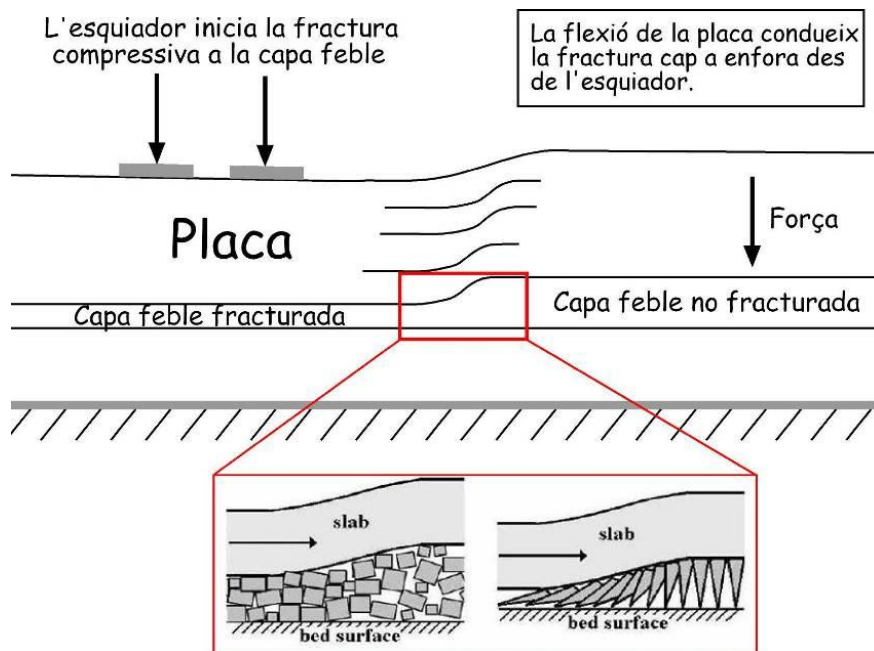


Figura 1. Inicio y propagación de la fractura (fuente: Van Herwijnen; adaptación: Conselh Generau d'Aran).



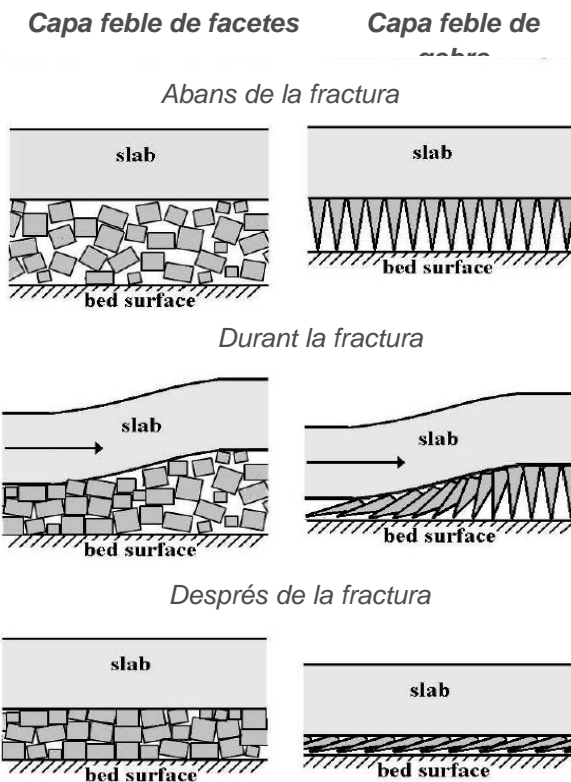


Figura 2. Secuencia de tres procesos de desencadenamiento accidental de un alud de placa con dos tipos diferentes de capa débil: facetes (granos de caras planas) y escarcha enterrada (fuente: Van Herwijnen; adaptación: Conselh Generau d'Aran).

Las consecuencias (negativas) para los montañeros del desencadenamiento de un alud de placa dependen, entre otros aspectos, del tamaño de la placa o masa de nieve que se pone en movimiento. Así pues, el tamaño de la placa depende del tipo de nieve implicada que a su vez determina el proceso de desencadenamiento.

Hay nieve que favorece el **inicio de la fractura**. En este caso, la placa es generalmente más blanda y delgada, y la capa débil es poco incohesiva. Por lo tanto, hay poco contraste entre la nieve que forma la placa y la nieve de la capa débil. El resultado suele ser una placa más pequeña.

Por el contrario, hay nieve más favorable a la **propagación de la fractura**. En este caso, la placa es típicamente más dura, y la capa débil es muy incohesiva. Por tanto, el contraste entre la placa y la capa débil es marcado. El resultado suele ser una placa más grande. Además, este tipo de situaciones también son propicias para que se produzca el desencadenamiento a distancia de la placa.

### **El desencadenamiento a distancia de un alud de placa**

Se produce sobre todo cuando el manto de nieve es **muy inestable**. En estas situaciones, no hace falta estar en una ladera empinada para hacerlo caer, ya que es

posible desencadenar un alud desde una ladera adyacente conectada a él. Así pues, una persona puede desencadenar un alud remotamente, a distancia, de las siguientes maneras:

- Pasando por una ladera de pendiente suave o llana puede desencadenar un alud de la ladera de mayor pendiente que tiene por encima (véase figura 4).
- Desde terreno llano y especialmente desde lo alto de una cresta es posible desencadenar aludes por debajo.
- Desde una ladera adyacente. La ladera donde se encuentra la persona tal vez no sea suficientemente empinada para que el alud se deslice hacia abajo, pero sí la ladera adyacente de mayor pendiente puede hacer caer abajo la ladera donde se encuentra la persona que ha provocado el alud.

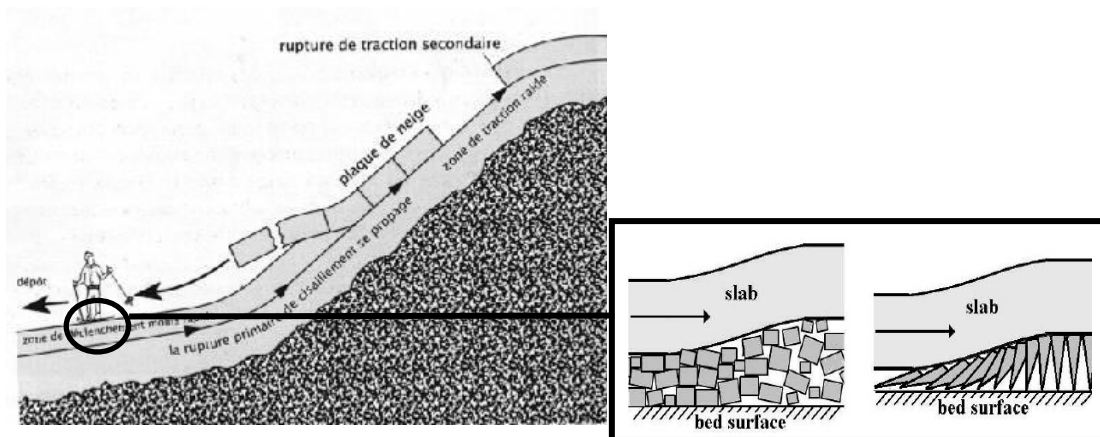


Figura 4. Desencadenamiento a distancia de un alud de placa, desde un terreno suave por debajo de la placa (fuente: Werner Munter; adaptación: Conselh Generau d’Aran).

## **CAPÍTULO 5: TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**

Jordi Gavaldà, predictor de aludes en el Centre de Prediccion de Lauegi, Val d'Aran

### **1. FACTORES QUE CONTRIBUYEN A ERRORES Y ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL RIESGO**

No existen unas reglas establecidas que nos garanticen la elección de un itinerario seguro. El hecho es que son muchas las variables que intervienen en este proceso: la situación meteorológica, la estabilidad de la nieve, el tipo de inestabilidad, las características del grupo, sus objetivos y la actividad que se realice. Es por ello que las decisiones que tomemos en unas condiciones de bastante estabilidad de la nieve no sean válidas para días con condiciones de peligro de aludes elevado.

A lo largo de una salida debemos mantener la alerta y evitar que se produzcan situaciones de relajación o distracción. Una buena preparación hecha antes de salir no sirve de gran cosa si obviamos los peligros evidentes o nos relajamos a lo largo del itinerario perdiendo de vista los aspectos claves de la seguridad. Parar en zonas expuestas, no reconocer trampas en el terreno, hacer fotografías o grabar vídeos en sitios inadecuados son errores que se dan habitualmente por una falta de atención.

La fuerte variabilidad de las condiciones y circunstancias de cada salida hace que las decisiones se tomen de forma diferente dependiendo del grado de preparación del grupo. Así, en grupos noveles los procesos de decisión se basan en reglas establecidas y objetivas que se deben ir analizando de forma sistemática. En cambio, a medida que se va cogiendo experiencia estas reglas van dejando paso a la intuición. Especialmente para grupos sin experiencia se han desarrollado diferentes métodos de ayuda a la toma de decisiones basados en evidencias. Uno de los más simples y completos es el presentado por varios organismos Suizos entre ellos el SLF (figura 1). Hay muchos otros ejemplos como el Stop/ Go austriaco, el Nivo-test francés o el "Avaluator" canadiense que sintetizan los principales parámetros que intervienen y que se utilizan en la toma de decisiones a lo largo de una salida. Cabe destacar que no hay una homogeneidad de criterios y algunos de ellos han suscitado enconadas polémicas.

## 2. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE AUMENTAN EL RIESGO

Como se ve en la figura 1 y como ya hemos visto en capítulos anteriores, los factores que inciden en nuestra seguridad los podemos agrupar en tres grandes bloques: ligados a las condiciones de la meteorología y de la nieve, ligados al terreno y al factor humano.



Figura 1. Método de ayuda a la toma de decisiones basado en las reglas del SLF (Instituto Suizo de la Nieve) (fuente: traducido de [www.slf.ch / info / Caution\\_avalanches.pdf](http://www.slf.ch/info/Caution_avalanches.pdf)).

### 3. EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD

Uno de los elementos básicos para minimizar el riesgo es llevar un equipamiento adecuado. Hay que tener en cuenta a la hora de planificar e iniciar una salida el material de seguridad, el equipamiento personal y la composición del grupo.

El material de seguridad en avalanchas consta de tres elementos básicos: DVA, sonda y pala. El DVA (Detector de Víctimas de Avalancha) es un aparato emisor/receptor que nos ayudará a localizar rápidamente una víctima e iniciar su desenterramiento. El procedimiento a seguir lo veremos en el Capítulo 7: rescate.

El **DVA**, al tratarse de un aparato electrónico, puede operar mal y por lo tanto hay que comprobar su funcionamiento cada vez que se utiliza. A menudo el mal funcionamiento del DVA es causado por el desgaste de las pilas.

También, hay que comprobar que la emisión y la recepción de la señal son correctas y que su alcance sea el adecuado. Nunca debemos caer en la tentación de pensar que si el peligro de aludes es bajo no es necesario comprobar o poner en marcha el DVA. Hemos de adoptar el protocolo del DVA como una rutina indisociable de la seguridad de cada salida.

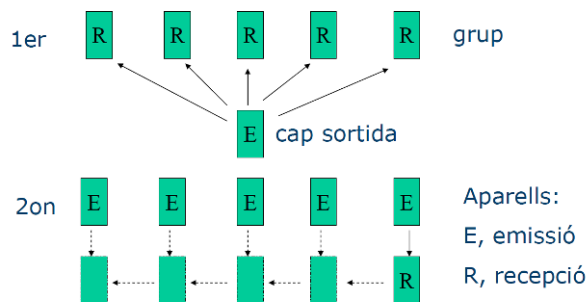


Figura 2. Protocolo de comprobación de las funciones de emisión y recepción de todos los DVAs del grupo.

Los DVAs han evolucionado de forma espectacular en los últimos años. De los aparato analógicos y de una antena de hace dos décadas hemos pasado a los modernos digitales de tres antenas. Hay que decir que estos aparatos de última generación son los más recomendables a la hora de adquirir un nuevo equipamiento. Organismos

como la CAA (Canadian Avalanche Association) desaconsejan de forma explícita la compra de otros aparato de una o dos antenas.

Normas básicas en el uso del DVA:

- El aparato debe colocarse en emisión antes de empezar la excursión, en el coche o en el refugio, a la vez que nos ponemos las botas. A veces en condiciones de poco peligro podemos tender a relajarnos.
- Tenemos que colocarlo sobre la primera capa de ropa interior, bien pegada al cuerpo y en bandolera.
- La comprobación la haremos al inicio de la salida. Comprobaremos la emisión y recepción de todos los aparatos, el alcance máximo y el estado de las baterías. Si algo falla tendremos la posibilidad de cambiarlo.

La **sonda** nos ayudará a detectar la profundidad a la que se encuentra la víctima y por tanto a dimensionar el agujero que tendremos que excavar. Se aconseja que tenga una longitud mínima de 240 cm y que sea rígida y fácil de montar.

La **pala** debe ser adecuada para el paleo en la nieve, siendo las más eficientes las palas de aluminio con mango largo y una empuñadura en forma de T.

Además de la comprobación del DVA debemos estar bien preparados en el uso de tres elementos de rescate y entrenar habitualmente. Es muy recomendable además de las prácticas de DVA, construir escenarios lo más reales posibles, en terrenos irregulares, sobre depósitos de aludes existentes, condiciones de mal tiempo, enterrando a cierta profundidad una mochila. De esta forma, tendremos que entrenar todas las fases del rescate: búsqueda con DVA, localización de la víctima con la sonda y desenterramiento con la pala.

Es importante comprobar que el equipamiento de todos los componentes del grupo sea el adecuado para la salida. A menudo en actividades como el esquí de montaña hay una obsesión desmedida por la ligereza del equipamiento y podemos caer en el error de dejar en casa o en el coche material que nos puede servir ante cualquier eventualidad. Hay que llevar ropa de abrigo y de repuesto, gafas de sol y de tormenta, crema solar, mapa, un pequeño botiquín, una manta térmica, comida y bebida adecuada a la duración de la salida y un frontal. En muchas ocasiones es aconsejable también llevar otro material de progresión como piolet y crampones.

Al inicio de la salida habrá que verificar las condiciones meteorológicas. Si son las que esperábamos o bien son diferentes a las que se habían previsto. En este caso nos tendremos que preguntar si pueden afectar de forma positiva o negativa a la seguridad de la salida.

#### **4. TRAZADO DE UN ITINERARIO Y PROGRESIÓN EN TERRENO AVALANCHOSO**

Nuestra actitud y la del conjunto de los componentes del grupo es crucial a la hora de minimizar el riesgo. A lo largo de una salida no debemos esperar a observar signos de inestabilidad evidentes y seguir siempre unas normas básicas de comportamiento de seguridad:

- No exponer más de una persona en una zona potencialmente peligrosa.
- Estar atento a los cambios de estabilidad de la nieve debido a cambios de orientación, pendiente, cambio de condiciones meteorológicas (subida de temperatura, intensidad de una nevada, viento...).
- Mantener la comunicación dentro del grupo y siempre tener alternativas de trazado.
- Estar preparado para hacer el autorrescate.

A pesar de no haber unas reglas establecidas para trazar un itinerario seguro, sí debemos tener presentes una serie de reglas que nos harán reconocer elementos de peligro evidentes (lo que los anglosajones llaman red flags). Como observaciones más claras y que deben hacernos reflexionar en la buena elección del itinerario, podemos enumerar las siguientes:

- Caída de aludes naturales. Especialmente de nieve reciente.
- Signos de inestabilidad de la nieve: capas débiles, WOUMS, grietas en el manto.
- Nevadas recientes importantes o lluvia en las últimas 24 horas. A menudo los aludes se desencadenan el primer día de buen tiempo (el primer día que sale el sol), lo que no debemos asociar buen tiempo con poco peligro.
- El viento transportando nieve. El viento transporta y acumula nieve en las zonas de sotavento formando placas de viento. Incluso con “buen tiempo”, el viento forma placas.

- Calentamiento significativo o rápida subida de la temperatura. La nieve cuando se calienta empieza a reptar pendiente abajo provocando zonas con grandes acumulaciones de estrés y facilidad de formar cicatrices. Es significativa la observación de caídas de bolas superficiales en las vertientes más soleadas, ya que en muchos casos nos anuncian actividad de aludes de nieve húmeda.
- Existencia de capas débiles en el interior del manto. Muchas veces no seremos capaces de saber si el manto es lo suficientemente débil y por tanto debemos tener muy presentes las informaciones que nos aportan los Boletines de Peligro de Aludes de la zona.

En caso de mal tiempo tendremos que extremar aún más las precauciones aunque conozcamos bien el terreno. La baja visibilidad limitará mucho la observación de zonas peligrosas. Además tendremos que ir evaluando continuamente los cambios de estabilidad del manto debido a la cantidad de nieve nueva acumulada y a la acción del viento.

En muchas ocasiones el itinerario más seguro no es el más corto o lógico (figura 2).

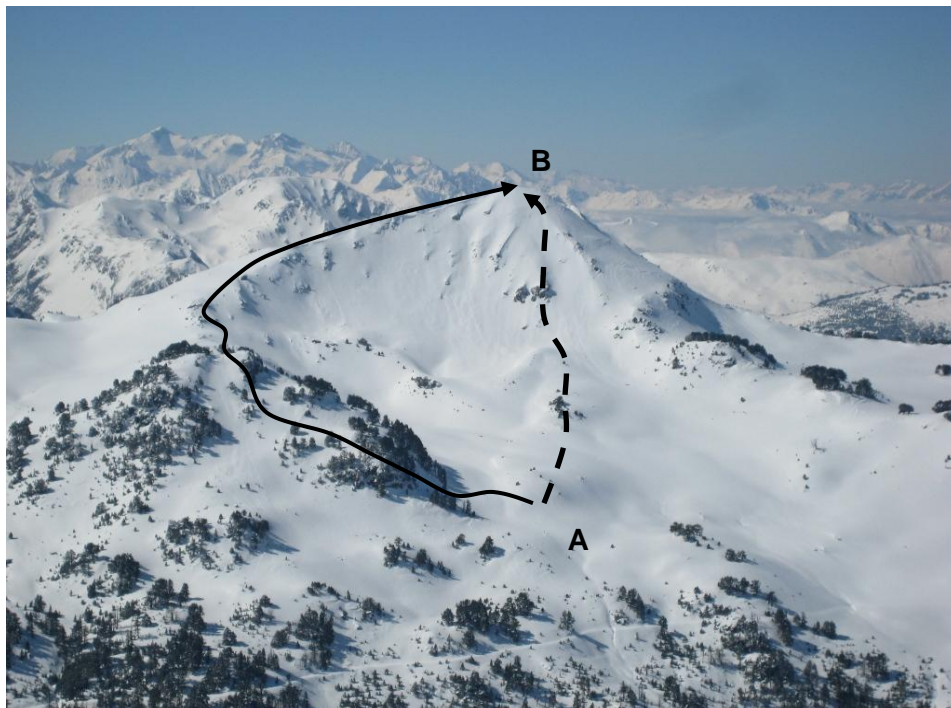


Figura 2. El itinerario seguro (línea continua) no siempre es el itinerario más directo (línea discontinua). Vertiente este del Tuc de la Salana (foto: Conselh Generau d'Aran).



Si tenemos que cruzar una vertiente lo haremos por la parte más alta posible. Siempre será preferible circular por terreno irregular que por grandes vertientes abiertas y uniformes donde una eventual avalancha puede tener dimensiones mucho mayores.

Trataremos de circular por: pendientes de menos de 35 °, lomos o crestas, zonas venteadas, zonas planas, zonas seguras de fondo de valle (siempre teniendo en cuenta las vertientes cercanas) y zonas de bosque denso. Deberán pues de evitarse las zonas potencialmente peligrosas: parte inferior de zonas convexas, trampas del terreno, pendientes de más de 35 °, laderas lisas sin anclajes y vertientes con bosque claro.

Con usuarios con un bajo nivel de conocimientos y de experiencia puede seguirse una norma sencilla: adaptar la pendiente por la que se circula al grado de peligro pronosticado. Así, con peligro de aludes Fuerte (4) deberíamos evitar pendientes de más de 25° y circular lejos de zonas de llegada de aludes. Con peligro Marcado (3) evitaremos pendientes superiores a 30°. Con peligro Moderado (2) las pendientes máximas de circulación deben ser de 35° y en peligro Débil (1) en principio no hay limitaciones de circulación en cuando a la pendiente, pero deben seguirse las normas básicas de seguridad.

Hay reglas que podremos aplicar en cualquier momento a lo largo de una salida y otras más específicas para el ascenso o el descenso.

### **Durante el ascenso:**

En la progresión en grupo, los componentes deben ir juntos pero manteniendo una distancia de seguridad. Esta distancia debe ser variable, adaptándose a las circunstancias. Se acepta en general que una separación de unos 10 metros es bastante adecuada en la mayoría de las condiciones. Ante una situación evidente de inestabilidad o un terreno favorable a la caída de aludes tendremos que adaptar nuestra separación de forma que no haya más de una persona expuesta (figura 3).



Figura 3. Circulación correcta manteniendo la distancia de seguridad que se adapta a las características del terreno (foto: Jordi Gavaldà).

La decisión de mantener la distancia de seguridad no es automática y requiere una cierta determinación a lo largo de la salida. Si analizamos el comportamiento de nuestro grupo como otros que circulan por la montaña, la tendencia es circular excesivamente agrupados, especialmente durante el ascenso. Este hecho nos dará pistas del grado de atención que adoptamos a lo largo de la salida frente al riesgo.

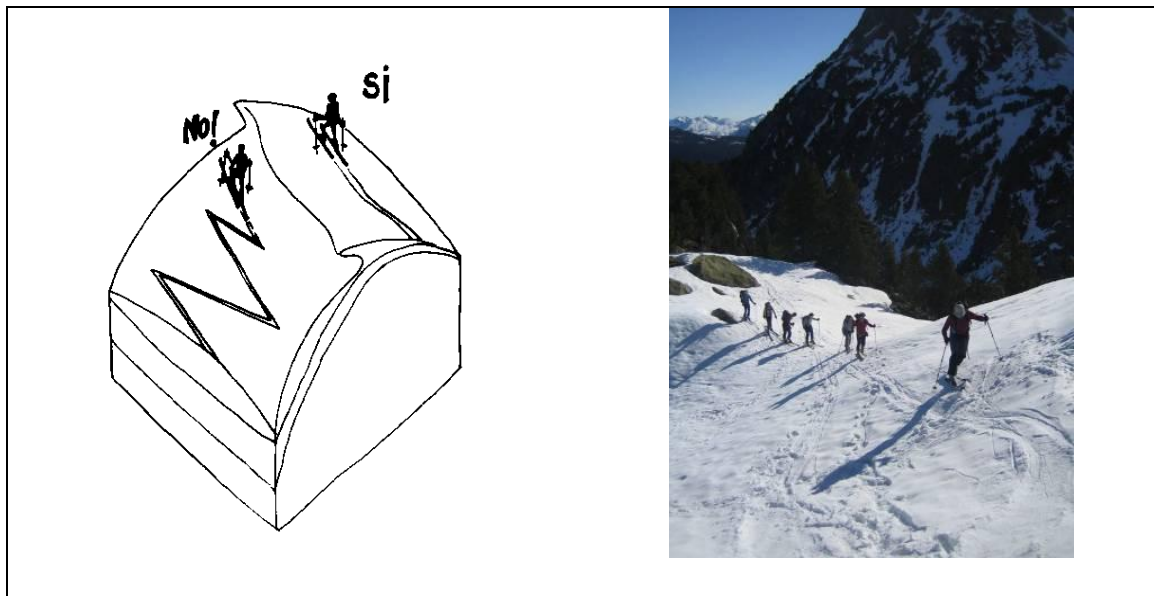


Figura 4. A.-hay que evitar las zonas situadas a sotavento (dibujo P. Oller). B.-Circular por lomos y crestas son la alternativa más segura (foto: Jordi Gavaldà).

Al ascender por una ladera hay que hacerlo por un lateral y de la forma más directa posible. Debemos evitar hacer grandes zig-zags o cruzar la vertiente horizontal o en diagonal. Si la pendiente es demasiado pronunciada, o nos sacaremos los esquís y subiremos a pie siguiendo la máxima pendiente o subiremos siguiendo toda la misma traza.

Aunque esta es la regla general, debemos pensar que este comportamiento no será el más seguro en el 100% de las situaciones. Como hemos visto en el apartado del desencadenamiento de placas, al circular sobre un extremo de una placa inestable, la probabilidad de colapsar una capa débil enterrada es mayor cuanto más delgada es la placa y por tanto tenemos más probabilidades de iniciar una ruptura en un lateral de una placa que en su parte central.

Evitaremos circular por las zonas de sotavento con acumulaciones de nieve debidas al viento y trazaremos las rutas siguiendo lomos y partes altas de las crestas más expuestas al viento (figura 4).

### **En el descenso**

Las reglas generales y las presentadas para el ascenso también son aplicables en el descenso.

La forma habitual de afrontar un descenso será bajar de forma escalonada siguiendo cada uno su propia traza paralela y cercana a la precedente. Evitaremos hacer un descenso directamente por encima de la traza de una persona o de un grupo.

Ante una pendiente sospechosa, en primer lugar haremos un análisis visual de la bajada identificando las zonas más peligrosas como zonas de la vertiente con más inclinación, cambios de pendiente, zonas de convexidad, zonas de trampa, etc. Una vez analizada, se establecerá una estrategia de descenso. El primero iniciará el descenso por zona segura. Marcará su traza al límite de ésta y la zona peligrosa, delimitando así el terreno favorable. Llegará a lugar seguro y una vez allí indicará al siguiente del grupo que comience a bajar, dibujando una traza paralela y cercana al primero.

El descenso debe hacerse con suavidad y evitando saltos bruscos y evidentemente caídas. En este sentido el desplazarnos con esquís anchos o tabla de surf facilitará la flotabilidad y disminuirá la sobrecarga sobre el manto.

A veces se plantea el dilema de bajar siguiendo la misma traza o una traza paralela. Aunque cada situación es diferente y a veces no sabremos determinar cuál es la mejor decisión, podemos decir que en general, con nieve duras es conveniente seguir una traza existente ya que sobre ésta la sobrecarga no es suficiente para colapsar la capa débil, por el contrario en placas con nieve poco cohesionada sería preferible seguir trazas cercanas y paralelas ya que al pasar por una traza anterior podremos sobrecargar de forma más intensa la zona y provocar la rotura de la placa.

Desde el punto de salida hasta el punto de reposo debemos intentar no perder el contacto visual entre los diferentes miembros del grupo. En algunas ocasiones esto no será posible por las características del terreno o el mal tiempo y entonces nos tendremos que adaptar a cada situación.

No hay que fiarse de las trazas existentes. Aunque a priori siempre ofrece más garantías una pala esquiada frente a una sin esquiar, no podemos saber en qué condiciones se encontraba la nieve cuando fue esquiada y si estas han cambiado con el tiempo.

La actividad que estamos realizando condicionará de forma importante nuestro comportamiento y la apreciación que podemos hacer del peligro de aludes. No es lo mismo que nos desplazemos en esquís o tabla de surf, raquetas o a pie. Tampoco actuaremos de la misma forma si hacemos una travesía de montaña, hacemos un fuera pista o practicamos heliesquí.

Ante una vertiente que intuimos de peligro real, lo primero que tenemos que evaluar es si hay itinerarios alternativos y factibles que sean menos expuestos. A veces no es posible ir por itinerarios más seguros debido al mal tiempo, agotamiento del grupo, alargamiento del horario, etc. Y, por tanto, no queda más remedio que pasar por una zona expuesta. En este caso hay que seguir una serie de normas (figura 5):

- Evaluar ante qué tipo de peligro nos encontramos, si es natural o accidental y prever cuáles son las posibles cicatrices o paso preferente del alud.
- Antes de entrar en la zona expuesta, hay que localizar las posibles escapatorias. Hay que buscar rocas o árboles que nos puedan servir de protección y una línea descendente y en diagonal lo más rápida posible, que nos permita evitar la trayectoria del alud.

- La zona sospechosa se debe pasar de uno en uno, mientras el resto del grupo se espera en un lugar seguro. Nunca hay que perder el contacto visual o con la voz del compañero que está atravesando. En caso de que se desencadene una avalancha natural muy por encima de la persona que está atravesando, los compañeros deberán avisar rápidamente y escapar lo más rápidamente posible.
- Debemos liberarnos de todo aquello que no nos permita movernos con facilidad dentro de la posible avalancha, así, tendremos que desabrocharnos las correas de los esquís y los bastones. Si llevamos una mochila grande nos la desabrocharemos y pasaremos sólo con la correa que da a la pendiente, en cambio si la mochila es pequeña nos la fijaremos bien al cuerpo ya que nos podrá proteger de los golpes.
- Aunque haga calor, nos abrigaremos para evitar congelaciones en caso de quedar enterrados y nos protegeremos las vías respiratorias con un pañuelo para que la nieve no las obstruya.
- En terreno glaciado deberemos valorar qué riesgo es mayor, el de caer en una grieta o bien el de ser arrastrados por un alud. Siempre que se pueda es preferible no ir encordados.

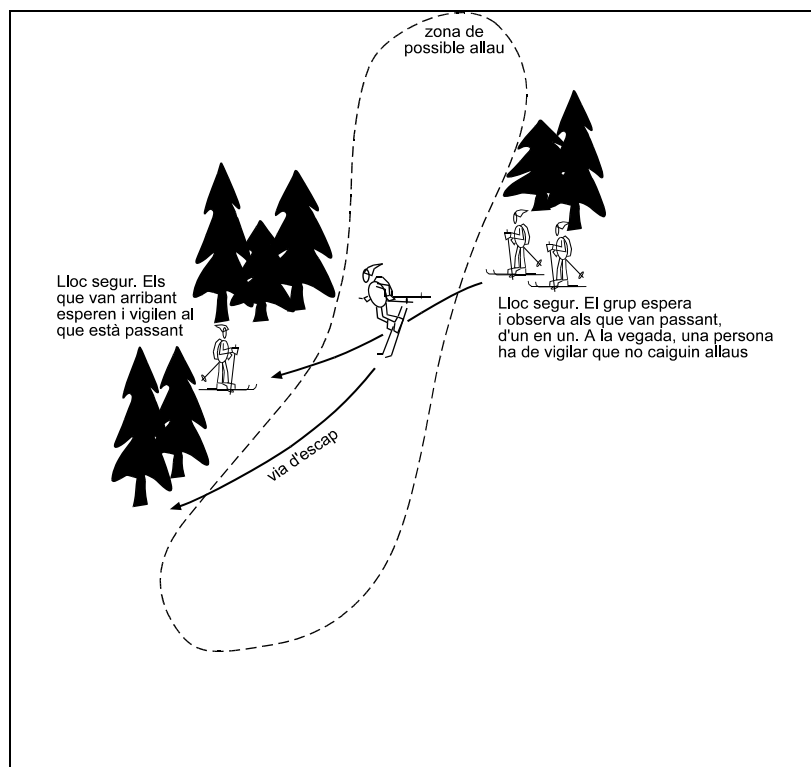


Figura 5. Estrategia correcta para pasar una zona sospechosa (fuente: adaptado de McClung y Schaerer, 1993).

## 5. COMPORTAMIENTO EN UN ALUD

Es evidente que en el caso de ser sorprendidos por un alud la prioridad principal es intentar salir lo más rápidamente posible. Si hemos previsto esta situación y cuáles son nuestras vías de escape, actuaremos de forma rápida e intuitiva. Si no es así, en un alud todo pasa muy rápido y cuando queramos reaccionar quizá ya sea demasiado tarde.

En los primeros momentos, cuando la nieve todavía se mueve a baja velocidad, tenemos que intentar desplazarnos hacia los laterales del alud entre los bloques. Si caemos al suelo gritaremos de forma que nuestros compañeros u otros grupos sepan que está pasando y puedan venir rápidamente a socorrernos.

Si lo llevamos, nos pondremos el Avalung en la boca o activaremos el airbag de nuestra mochila. Cuando ya no nos podamos mantener en pie, nos liberaremos de todo aquello que nos dificulte los movimientos y pueda servir de anclaje: palos, esquís y mochilas muy pesadas.

Adoptaremos la posición de seguridad de aguas bravas con la cabeza arriba y los pies hacia la pendiente y haremos movimientos natatorios intentando que nos supere la mayor cantidad de nieve posible y siempre que podamos intentaremos desplazarnos hacia uno de los flancos del flujo.

Cuando notemos que la avalancha empieza a parar, nos protegeremos las vías respiratorias con un brazo cogiendo en diagonal la cinta de la mochila o el cuello de la chaqueta. El otro brazo lo mantendremos estirado hacia la superficie. En última instancia haremos un pequeño movimiento con el brazo que protege la boca para construir una cámara de aire.

Finalmente hay que relajarse y mantener la calma hasta que nuestros compañeros lleguen a rescatarnos.

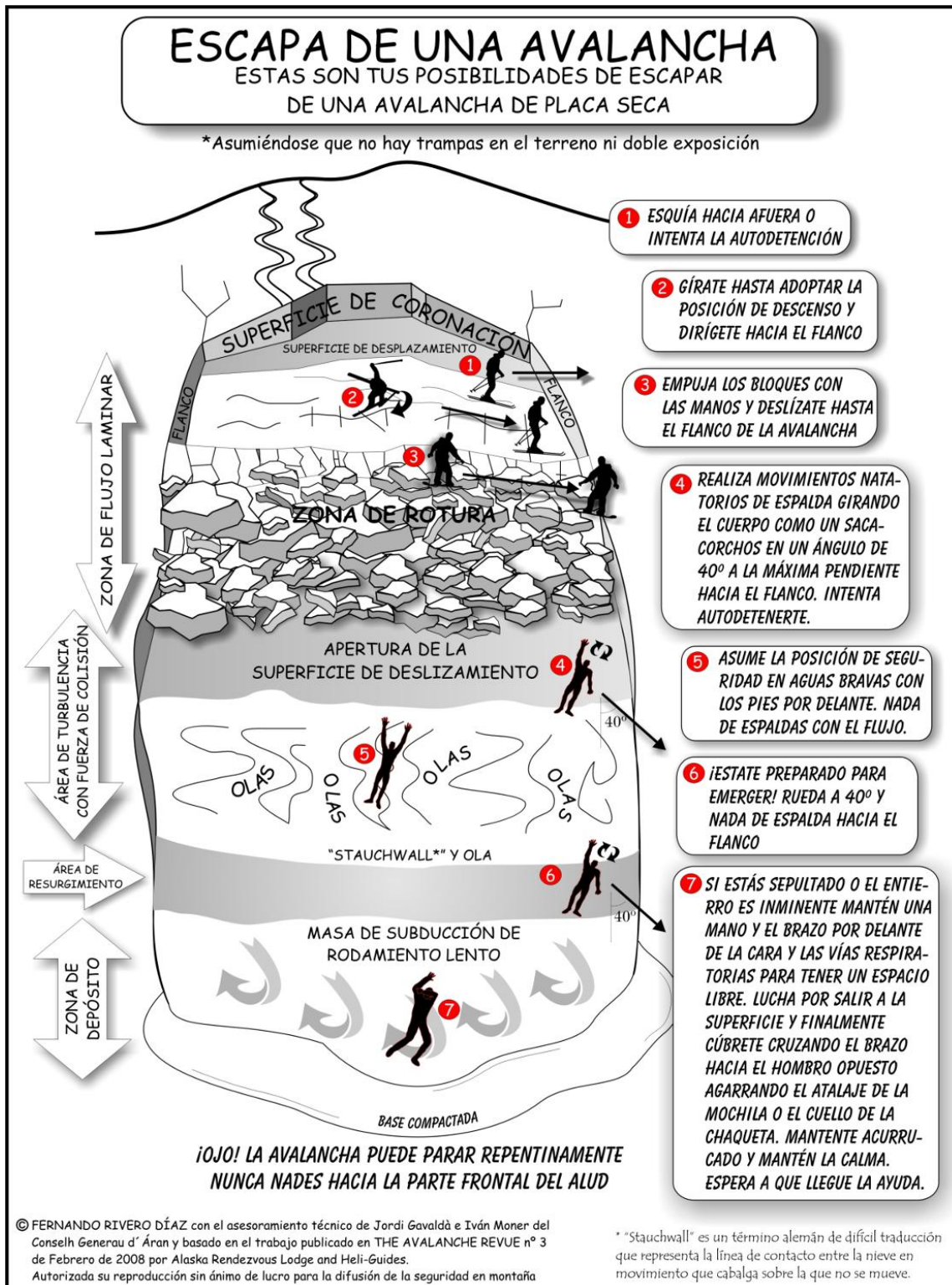


Figura 6. Cómo actuar dentro de un alud (fuente: Fernando Rivero)

## CAPÍTULO 6: PREPARACIÓN DE LA SALIDA. EL 3X3

Pere Oller, jefe de la unidad de riesgos en el Institut Geològic de Catalunya

### 1. INTRODUCCIÓN

El método de toma de decisiones más comúnmente usado es el 3x3, planteado por el guía suizo Werner Munter en 1992. Este sistema proporciona una estructura conceptual en la que organizamos la información relevante sobre el peligro de aludes. Se trata de una estructura jerárquica a partir de la cual tenemos que ir analizando los factores que intervienen en la posibilidad de que se produzca un accidente - condiciones, terreno y grupo -, de forma aproximativa.

Escala	Condiciones (tiempo y nieve)	Terreno	Factor humano
<b>1.Filtro regional:</b> planificación del itinerario. Itinerario con alternativas y horario. "¿Qué itinerario es posible?"	-Boletín de peligro de aludes -Predicción meteorológica -Información existente en Internet (contrastada) -Información adicional: el guarda del refugio, etc	-Mapa 1:25.000 -Mapa con itinerarios de esquí -Guías -Fotos -Conocimiento de la zona -Itinerario y variantes -Pendiente, exposición y altitud de los tramos clave -Horario -Otros peligros. Documentos	¿Quién participará? -Tamaño del grupo -Técnica y forma física -Equipamiento -Responsabilidad
<b>2.Filtro local:</b> evaluación del peligro local. Selección de ruta y alternativas. "Hay algo inesperado?"	-Precipitación, grosor de la nieve reciente -Señales de alarma -Viento, transporte de la nieve por el viento. Acumulaciones de nieve venteada -Temperatura del aire -Visibilidad -Nubosidad -Tendencia del tiempo	-Es mi percepción correcta? -Itinerario elegido -Existencia de trazas -Pendiente -Orientación ¿Qué hay por encima y por debajo? -Cerca de la cresta? -Topografía/relieve -Bosque	¿Quién hay en mi grupo? -Comprobación del equipamiento y DVA. ¿Quién más hay haciendo actividad? -Comprobación frecuente de las condiciones físicas de los miembros y del horario.
<b>3.Filtro zonal:</b> evaluación de aspectos específicos, pasajes clave. Selección de la ruta. Medidas de seguridad, media vuelta. "Pasar o no pasar"	-Grosor de nieve reciente -Calidad de la nieve -Acumulaciones recientes de nieve transportada por el viento -Radiación, temperatura - Visibilidad -Frecuencia y extensión de actividad previa de esquí	-Pendiente, forma, localización (por ejemplo, distancia a la cresta), tamaño de la pendiente -Afloramientos de roca -Tamaño probable del alud, consecuencias ¿Qué hay por encima y por debajo de mí? -Tramo más inclinado de la ladera -Altitud y orientación -Peligro de caída o entierro -Islas de seguridad -Posible media vuelta	-Tamaño del grupo -Estado físico y mental -Disciplina -Habilidad técnica -Conducta y disciplina -Táctica de paso -Liderazgo -Dudas?

Figura 1. Esquema del 3x3 (adaptado de Munter, 2007)



Todo empieza en la preparación de la salida, en casa, al refugio, antes de salir, donde planificamos a escala de macizo o cordillera. La segunda aproximación la realizamos ya sobre el terreno, a escala de montaña o valle, hasta donde alcance la vista. Finalmente nos encontramos ante la tercera aproximación, a escala de ladera, corredor, torrente, etc, a partir de la cual decidiremos si está en condiciones de ser atravesado con seguridad.

La buena planificación de la salida debe hacerse con la información que tenemos al alcance. Es una base fundamental que nos permitirá plantear un escenario inicial. Hay, sin embargo, que saber dónde se encuentra, como interpretarla y valorarla en su debida medida.

## **2. FILTRO REGIONAL. PLANIFICACIÓN DE LA SALIDA Y POSIBLES ALTERNATIVAS**

Para conocer la estabilidad de la nieve y el peligro de aludes de la zona donde queremos ir, hay que consultar el Boletín de Peligro de Aludes. Si conocemos personas que se muevan diariamente por la montaña invernal, y que sean de confianza, como puede ser el guarda de un refugio, un guía de alta montaña, o un nivólogo, por ejemplo, nos pueden también complementar la información.

### **2.1. Las condiciones (nieve y tiempo)**

El BPA es una fuente de información fundamental a la hora de organizar una salida, sobre todo cuando no se conoce la zona o las condiciones.

#### **El boletín de peligro de aludes**

Tanto en los Pirineos como en los Alpes y, en general a todos los macizos montañosos de Europa donde se practican deportes de invierno, varios organismos se ocupan de emitir diariamente un boletín de peligro de aludes. Estos boletines se elaboran a partir de los datos que aportan una red de observadores y de estaciones automáticas nivometeorológicas repartidas por el territorio. Esta información es consultable a través de diferentes vías, pero principalmente a través de Internet. En el BPA se informa sobre la estimación del peligro de aludes a 24 horas, la distribución del manto nivoso, su estado, la predicción meteorológica y la tendencia de evolución del peligro en 48 y 72 horas. Para indicar el grado de peligro estimado, se utiliza la escala europea de peligro de aludes, de 5 grados.

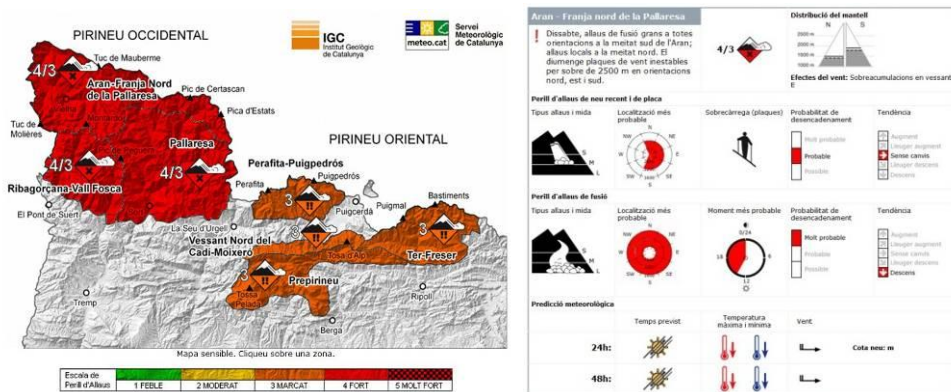


Figura 2. Ejemplo de Boletín de Peligro de Aludes realizado por el Pirineo de Catalunya en formato gráfico. También existe en formato texto, donde se da información más detallada (fuente: ICG).

Hay que considerar el BPA como una información previa, indicativa, para preparar la salida. La zona, el itinerario y el horario se establecerán a partir de la información obtenida a partir del Boletín de Peligro de Aludes.

Sin embargo, este tiene ciertas limitaciones:

- Se da un grado de peligro para regiones (zonas nivoclimáticas) relativamente grandes (del orden de los 500 km<sup>2</sup> en el caso del Pirineo de Catalunya) y, por tanto, el valor que se asigna corresponde al peor de los casos, pudiendo haber dentro de esta región, zonas con peligro inferior al predicho.
- El peligro no termina rotundamente al límite de una de estas zonas para pasar a un valor diferente en la zona vecina, sino que este paso puede ser gradual o puede haber situaciones de solapamiento.
- El acierto de la predicción de peligro de aludes es de un 80% aproximadamente. Por tanto, en algunas situaciones nos podemos encontrar con un peligro mayor, o menor, el predicho.

### La escala europea de peligro de aludes

Desde el año 1993 en Europa se utiliza la misma escala de peligro, de 5 grados. Es muy importante entender qué representa cada valor ya que un mal conocimiento de la escala puede llevar a graves errores. Podríamos decir que para actividades de montaña, el peligro máximo a considerar debería ser el peligro 4, aunque con peligro 3, se requiere ya mucha experiencia.






Índex de perill	Estabilitat del mantell nival	Probabilitat de desencadenament	Indicacions per a l'esquí fora de les pistes i recomanacions
<b>1</b>  Feble	El mantell nival està ben estabilitzat a la majoria dels pendents.	El desencadenament d'allaus és possible en alguns pendents drets(*), en general per una sobrecàrrega forta(**). Poden haver-hi caigudes espontànies de petites allaus.	Les excursions i el descens amb esquís són possibles gairebé sense restriccions.
<b>2</b>  Moderat	El mantell nival està moderadament estabilitzat en alguns (**) pendents suficientment drets. A la resta està ben estabilitzat.	És possible el desencadenament d'allaus sobretot per una sobrecàrrega forta(***) i en alguns pendents d'orientació i altitud indicats. No s'esperen caigudes espontànies d'allaus de gran dimensions.	Cal una planificació acurada de les excursions. S'aconsella prudència en la selecció de l'itinerari, sobretot cal evitar els vessants inclinats amb l'orientació i l'altitud indicades.
<b>3</b>  Marcat	El mantell nival està entre moderadament a feblement estabilitzat en nombrosos(**) pendents suficientment drets.	És possible el desencadenament d'allaus fins i tot per una sobrecàrrega feble (***) en nombrosos pendents, sobretot en aquells generalment descrits en el butlletí. En algunes situacions són possibles les caigudes espontànies d'allaus que poden ser de mida mitjana i, de vegades, gran.	Cal evitar els vessants inclinats en les altituds i orientacions indicades. Es requereix molta experiència i una bona capacitat d'apreciació del perill d'allaus.
<b>4</b>  Fort	El mantell nival està feblement estabilitzat a la major part(**) dels pendents suficientment drets.	És probable el desencadenament d'allaus fins i tot per una sobrecàrrega feble(***) i sobretot en nombrosos pendents. En algunes ocasions, s'han d'esperar nombroses caigudes espontànies d'allaus de mida mitjana i, de vegades, gran.	Les excursions s'han de limitar a zones amb pendent moderat. En alguns casos la part baixa dels pendents hi està igualment exposada.
<b>5</b>  Molt Fort	La inestabilitat del mantell nival és generalitzada.	Hi haurà nombroses caigudes espontànies de grans allaus, fins i tot en pendents poc drets.	S'ha de renunciar a les excursions.
<p>(*) Pendents particularment propicis pel que fa a l'inclinació, configuració del terreny, proximitat de la cresta, rugositat del sòl...</p> <p>(**) Les característiques d'aquests pendents estan generalment descrites de forma més detallada en el butlletí d'allaus (altitud, exposició, topografia, etc.).</p> <p>(***) Sobrecàrrega : - forta: p.e. un grup d'esquiadors. - feble: p.e. un esquiador, un excursionista, ...</p> <p>- Caiguda espontània: allau de causa natural, és a dir, sense intervenció humana.</p>			

Figura 3. Escala Europea de Peligro de Aludes

### Observaciones y consejos sobre la interpretación de la escala de peligro

**Peligro 1, débil: generalmente condiciones favorables.** Se considera que el manto está bien estabilizado. Sin embargo, puede haber zonas muy localizadas, en laderas muy derechas y resguardadas fuera del bosque o muy localmente cerca de las crestas, en que no se descarta que se pueda desprender alguna pequeña avalancha de forma accidental. De todas formas es el peligro mínimo. Es imposible predecir al 100% que en una zona no puede haber aludes. La gente sin experiencia debería limitarse a salir a la montaña en estas condiciones. Son también las condiciones ideales para los amantes del esquí o surf de las grandes pendientes. Es un valor de peligro que a veces cuesta poner, pues hay que estar muy seguro de que

prácticamente no queda ningún rincón inestable. Las situaciones en que se pone más habitualmente este valor son después de largos periodos de tiempo estable y suave, o después de un proceso de encostramiento generalizado.

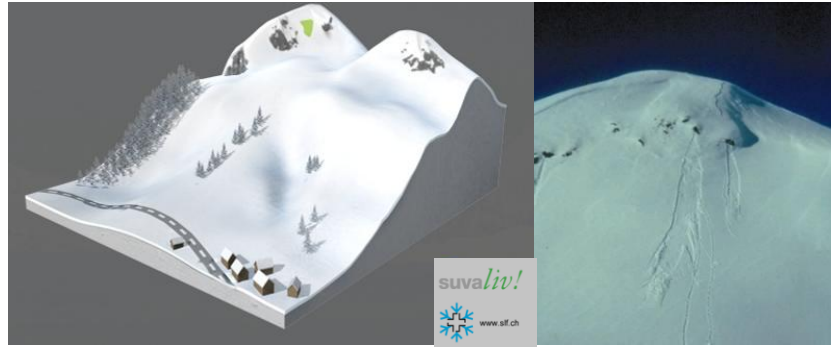


Figura 4. Esquema de la distribución posible de las zonas peligrosas (en verde) en una situación de peligro 1 (según WSL Instituto para el Estudio de la Nieve y las Avalanchas de Suiza SLF). En la foto de la derecha se puede observar una purga, esperable en una situación de peligro 1 (autor: Jordi Gavaldà).

**Peligro 2, moderado: mayoritariamente, condiciones favorables.** Situación de peligro muy localizado. Normalmente se pone cuando las zonas peligrosas están muy localizadas, por ejemplo después de una nevada débil con viento y, por tanto, existencia de placas muy localizadas en lugares resguardados a sotavento, pero que a la vez pueden ser muy frágiles, o después de un episodio de peligro 3 en que el manto se ha ido estabilizando con el paso de los días. Generalmente se trata de situaciones de peligro accidental y de aludes de tamaño pequeño y mediano. Hay una tendencia general a subestimar esta situación, y es por esta razón que se producen muchos accidentes. Hay que estar al acecho y fijarse bien en las indicaciones del boletín en cuanto a la localización de las zonas peligrosas. Se puede mantener varios días hasta que se considere que todo está ya bien estabilizado para pasar a peligro 1.



Figura 5. Esquema de la distribución posible de las zonas peligrosas (en amarillo) en una situación de peligro 2 (según WSL Instituto para el Estudio de la Nieve y las Avalanchas de Suiza SLF). En la foto de

la derecha se puede observar una avalancha de pequeño tamaño, esperable en una situación de peligro 2. Lugar: Montardo, Valle de Arán (autora: Mireia Montserrat).

**Peligro 3, marcado: en parte, condiciones desfavorables.** Situación crítica. Peligro importante para las actividades de montaña. Hay muchas vertientes peligrosas. En esta situación el peligro accidental es muy acentuado y puede haber también caídas espontáneas que pueden afectar hasta la base de las laderas. Los aludes suelen ser de medianas dimensiones pero también grandes. Se pone este valor, por ejemplo, en situaciones de nevadas alrededor de 30 cm con viento, o cuando se prevén aumentos notables de la temperatura con un manto previo poco cohesivo. Normalmente, si el tiempo se estabiliza, no suele durar más de 3 o 4 días para pasar posteriormente a peligro 2. Hay que tener un muy buen sentido de la apreciación del peligro de aludes para moverse por la montaña en estas condiciones. Se recomienda hacer los itinerarios de ida y de vuelta por el mismo sitio, de modo que al bajar pasamos por las zonas que hemos ido analizando al subir.



Figura 6. Esquema de la distribución posible de las zonas peligrosas (en naranja) en una situación de peligro 3 (según WSL Instituto para el Estudio de la Nieve y las Avalanchas de Suiza SLF). Los puntos indican zonas de desencadenamiento posible fuera del alud potencial (desencadenamiento a distancia). En la foto de la derecha se puede observar una avalancha de tamaño pequeño-mediano, esperable en una situación de peligro 3. Lugar: Cometa de Moró, Alta Ribagorça (autor: José Castanera).

**Peligro 4, fuerte: condiciones desfavorables.** Se trata de una situación de peligro máximo para actividades invernales. La mayoría de los pendientes son inestables y se pueden desencadenar aludes de grandes dimensiones de forma espontánea. Hay que realizar los itinerarios por zonas con poca pendiente y alejadas de las laderas. Por lo tanto lo más recomendable es buscar lomos de pendiente suave. Normalmente estas situaciones se deben a la caída de nevadas importantes, superiores a los 50-60 cm. Estas situaciones de peligro suelen durar poco tiempo, a menudo no más de uno o dos días, aunque muchas veces el momento de máximo peligro dura unas pocas horas.



Figura 7. Esquema de la distribuci3n posible de las zonas peligrosas (en rojo) en una situaci3n de peligro 4 (seg3n WSL Instituto para el Estudio de la Nieve y las Avalanchas de Suiza SLF). Los puntos indican zonas de desencadenamiento posible fuera del alud potencial (desencadenamiento a distancia). En la foto de la derecha se puede observar una avalancha de tama1o medio, esperable en una situaci3n de peligro 4. Lugar: Valle de Moli1eres, Valle de Ar1n (autor: Pere Oller).

**Peligro 5, muy fuerte: situaci3n extrema, catastr3fica.** Es debida a la ca3da de una o varias nevadas seguidas acumulando espesores excepcionales, del orden de un metro de nieve inestable o superior. Se recomienda no salir a la monta1a y aprovechar el d3a para hacer aquellas actividades que no encontramos nunca el momento para hacer. Es aquella situaci3n en que los aludes de dimensiones muy grandes, pueden afectar a carreteras e incluso a n3cleos habitados. La extraordinariedad de la situaci3n hace que este valor de peligro haya temporadas que no se ponga.



Figura 8. Esquema de la distribuci3n posible de las zonas peligrosas (en cuadros rojos y negros) en una situaci3n de peligro 5 (seg3n WSL Instituto para el Estudio de la Nieve y las Avalanchas de Suiza SLF). Los puntos indican zonas de desencadenamiento posible fuera del alud potencial (desencadenamiento a distancia). En la foto de la derecha se puede observar una avalancha de gran tama1o, esperable en una situaci3n de peligro 5. Lugar: Gar3s, Valle de Ar1n (autor: Jordi Gavald1).

Como se puede observar en el gr1fico que muestra la distribuci3n media del peligro de aludes, durante tres cuartas partes de la temporada tenemos condiciones aceptables para realizar actividad con seguridad (peligros 1 y 2), mientras que casi la cuarta parte restante requiere un buen sentido de la apreciaci3n del peligro de aludes (peligro 3) y,

finalmente, en un 5% de la temporada, las condiciones de peligro son muy altas o extremas, en algunas ocasiones.

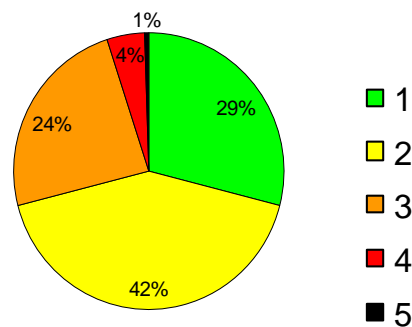


Figura 9. Distribución temporal mediana del grado de peligro (1993-2001) (fuente: ICC).

## El tiempo

Hay que informarse del tiempo previsto para los días que queremos realizar nuestra actividad. Aparte de que la meteorología directamente nos puede hacer pasar malas jugadas, también tiene un papel decisivo en la evolución del manto nivoso. Si la actividad que queremos realizar requiere más de dos o tres días, aparte de informarnos de las predicciones a medio plazo, menos fiables a medida que aumenta el alcance de la predicción, es interesante tener conocimientos básicos de meteorología por interpretar la atmósfera y podernos anticipar a los cambios del tiempo.

En los boletines de peligro de aludes generalmente ya hay incorporada una predicción meteorológica pero suele ser muy sintética. La podemos ampliar a través de los medios de comunicación o de la ingente cantidad de información disponible en Internet. Hay que saber, sin embargo, elegirla e interpretarla.

## Fuentes de información

Pirineo de Catalunya: [www.igc.cat](http://www.igc.cat)

Val d'Aran: [www.conselharan.org](http://www.conselharan.org)

Pirineo aragonés y Navarra: [www.aemet.es](http://www.aemet.es)

Pirineo de Andorra: [www.meteo.ad](http://www.meteo.ad)

Pirineo francés: [www.meteo.fr](http://www.meteo.fr)

Web de centros de predicció europeos: [www.avalanches.org](http://www.avalanches.org)

## 2.2. El terreno

Una vez decidido el lugar donde queremos ir nos tendremos que informar de la dificultad y de las zonas peligrosas que tiene ese itinerario. Esto lo podemos hacer de diferentes maneras. Por un lado podemos preguntar a personas que conozcan la zona, por ejemplo otros compañeros con más experiencia, guardas de refugio, etc. En algunas guías de itinerarios, especialmente de esquí de montaña, se indican los lugares más delicados y donde habitualmente se desencadenan aludes. Lo básico, sin embargo, es planificar el itinerario sobre un mapa. La escala más adecuada para tal tarea es la de 1:25.000. Sobre el mapa veremos las características del terreno y podremos interpretar los lugares donde pueden desencadenarse aludes con más facilidad (zonas de pendientes críticas, zonas convexas, zonas cercanas a las crestas), lugares donde no hay escapatoria si hay una rápida inestabilización (valles encajados y de fuerte pendiente, flanqueos expuestos, etc), zonas seguras con pendientes suaves, posibles alternativas, etc

Para conocer la pendiente de una ladera sobre el mapa se puede hacer a partir de la distancia existente entre curvas de nivel. En el blog de Mitxel (<http://aldateskala.blogspot.com>) podéis descargaros e imprimir una tarjeta para la determinación de la pendiente sobre el mapa 1:25.000 y explicaciones de cómo utilizarla. Recordad, sin embargo, que se trata de una primera estimación. Sobre el terreno encontraremos formas del relieve no representadas en esta escala con pendientes que pueden superar los medidos.

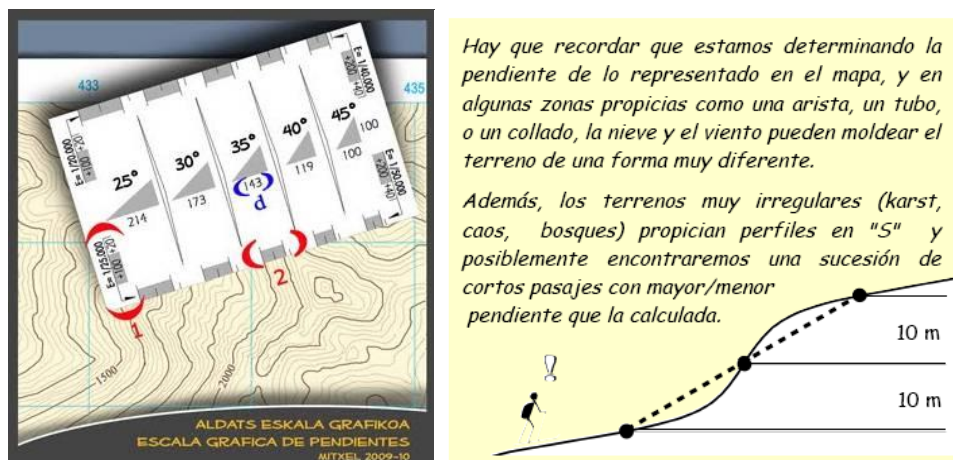


Figura 10. Escala gráfica para medir la pendiente (fuente: <http://aldateskala.blogspot.com>)



### **2.3. El grupo**

La dinámica del grupo es un factor importantísimo a la hora de movernos de forma correcta y segura. La agilidad de movimiento, así como la destreza en la progresión y capacidad de reacción garantizará una cuota más alta de seguridad. Es muy importante asumir nuestro nivel tanto técnico como físico, así como el de nuestros compañeros. De esta manera planearemos nuestro itinerario de acuerdo con las aptitudes del grupo. Un itinerario pensado de acuerdo con nuestras capacidades es garantía de seguridad, por lo tanto tendremos que planificar el itinerario teniendo en cuenta el miembro del grupo con menores condiciones físicas y/o técnicas. El número de miembros también es importante: un grupo numeroso siempre es más lento y rígido, en cambio un grupo reducido es mucho más ágil. En definitiva, si al grupo le cuesta reaccionar ante una situación de peligro, acentuará aún más esta situación, mientras que si reacciona con rapidez, saldrá mejor parado. Por otra parte, un grupo numeroso siempre sobrecarga el manto mucho más que un grupo reducido. El grupo ideal es aquel que consta de entre tres y cinco miembros como máximo. En caso de accidente tres personas son el mínimo para que dos puedan realizar el rescate con una buena efectividad, mientras que más de cinco personas entretienen demasiado la marcha y sobrecargan el manto en exceso. Lo que no es nada aconsejable es ir solo, pues un accidente sería de consecuencias fatales. En caso de ser un grupo numeroso, vale la pena dividirnos en dos o más grupos para agilizar la marcha.

En definitiva, debemos preguntarnos si todas las personas del grupo tienen las condiciones físicas y técnicas necesarias para alcanzar el objetivo que nos hemos planteado y si llevan el equipamiento adecuado. Hay que llevar siempre el DVA, la pala y la sonda, y saberlos utilizar. Si algunos miembros del grupo llevan el material incompleto, hay que buscar un itinerario poco expuesto a los aludes.

### **3. FILTRO LOCAL. UNA VEZ SOBRE EL TERRENO. LA SELECCIÓN DEL ITINERARIO**

Una vez sobre el terreno nos enfrentamos con la realidad. Debemos ser capaces de trazar itinerarios seguros reinterpretando la información previamente consultada en la preparación del itinerario. Recordad que el Boletín de Peligro de Aludes da una previsión con una fiabilidad de un 80%.

### 3.1. Las condiciones (nieve y tiempo)

Antes de la actividad, tenemos que fijarnos con las condiciones meteorológicas:

- ¿Se confirman las previsiones que habíamos consultado?
- ¿Cuál es la evolución previsible del tiempo a lo largo del día?
- ¿Qué ha pasado desde el punto de vista meteorológico a lo largo de la noche?
- ¿La temperatura prevista para hoy plantea algún problema de horarios?
- ¿Hay visibilidad suficiente?

En cuanto al manto, tendremos que preguntarnos:

- ¿Las condiciones nivológicas actuales pueden empeorar a lo largo del día debido a las condiciones meteorológicas?
- ¿Por casualidad las circunstancias de hoy son todo lo contrario a las que tendrían que ser?
- ¿Hay señales de alarma?
- ¿Hay nuevos depósitos de nieve ventada?
- ¿La cantidad de nieve reciente está superando los límites críticos de seguridad?

Continuamente tenemos que analizar en qué estado se encuentra la nieve, observar los indicios de superficie y estar atentos a las señales de alarma. Por norma general, un manto grueso es generalmente más estable que un manto delgado. A continuación se describen las situaciones de inestabilidad más habituales: nevadas recientes, situaciones de placas, situaciones de fusión y situaciones anticiclónicas de invierno.

#### **Nevada reciente**

Tanto en el momento de la nevada como tiempo después debemos controlar el espesor de nieve reciente superficial de baja cohesión. Con el bastón lo podemos hacer tantas veces como haga falta: clavamos el bastón hasta encontrar una capa de nieve dura, lo sacamos marcando con los dedos la superficie del manto y midiendo la cantidad de nieve superficial de baja cohesión. A la vez hay que observar muy

atentamente si cae o si ya ha caído la nieve reciente de los árboles o por el contrario aún se mantienen bien cargados. El grosor de nieve crítico es variable en función de las condiciones que hay durante la nevada o en el momento en que circulamos.

La nevada ya puede ser crítica con:

- 10 o 20 cm de grosor en condiciones más desfavorables
- 20-30 cm en condiciones medianas
- 30-50 cm en condiciones favorables

Por **condiciones favorables** entendemos: viento débil o sin viento, temperaturas suaves al inicio de la nevada (cercasas a 0 ° C), vertiente recorrida frecuentemente, superficie del manto previo muy irregular (irregularidades de orden dm a m).

Las **condiciones desfavorables** son: precipitaciones intensas, viento de moderado a fuerte (> 50km / h), temperaturas muy bajas (por debajo de los -5 ° C), sobre todo al inicio de la nevada, nevada caída sobre una base desfavorable (escarcha de superficie, nieve redonda, capa de cubiletes, corteza o hielo, manto viejo y regular) i una vertiente poco o nada esqujada.

Al principio y a pleno invierno, la situación avalanchosa es a menudo desfavorable, mientras que en primavera acostumbra a ser favorable.

En todo caso, cuando el grosor de nieve reciente es superior a 50 cm en 24 horas, hay que considerar dejar la actividad para otro día.



Figura 11. La nieve acumulada en las ramas de los árboles, sobre las barandillas, así como el hundimiento de los esquís y los bastones indica que con estas condiciones lo mejor es pensar en otra actividad. Lugar: Sant Maurici (autor: Pere Oller).

## Placas

En el Pirineo de Catalunya el 88% de los accidentes se producen durante los tres días posteriores a una nevada con viento. Es significativo y hay que tenerlo muy en cuenta.

La observación de los efectos del viento sobre el manto tiene mucha importancia. Hay varios indicios que advierten de la existencia de placas. Por un lado la observación de cornisas nos indicará que se han formado placas y en las vertientes principales donde se habrán formado. En el paisaje, y si no han sido tapadas por posteriores nevadas, podemos reconocer las placas por las "barrigas" a sotavento y por su aspecto homogéneo y regular, y su color blanco mate. Cuando el viento actúa sobre el manto, además de formar las placas, también forma otras estructuras que nos indicarán qué dirección llevaba el viento la última vez que sopló. Estas estructuras son: sombras de viento, pequeñas olas, dunas, sastruguis y escarcha opaco.

Por otra parte, hay que estar atento al comportamiento de la nieve bajo nuestros pies: a veces, cuando abrimos traza, nos hundimos en dos fases, lo que puede indicar la existencia de una capa débil bajo la capa superficial. De todas formas un síntoma inequívoco de que hay placas es la formación de fracturas al abrir la traza, y aún es más evidente al escuchar un "WOUM".

Una buena manera de detectar posibles capas débiles, y por lo tanto posible peligro de placa, es clavando el bastón. Si debajo de la capa por donde circulamos el bastón se hunde fácilmente, es que nos encontramos encima de una capa débil. En progresar con esquís, si al hacer la vuelta maría se produce una grieta en el bloque y este queda cortado, indica que puede haber placas. Hay que fijarse en el bloque que ha deslizado, el grosor que tiene, la capa sobre la que se desliza y si en el transcurso de nuestro itinerario hay más placas.



Figura 12. Aspecto de la nieve venteada, acumulaciones formando lóbulos. Hundimiento de la traza: posibilidad de placas friables, blandas. Lugar: Valle de San Martín (autor: Pere Oller).



Figura 13. Cornisas que indican que en la vertiente subyacente puede haber placas. Hay que evitar pasar por ella. Si la fragilidad es acentuada, el paso por el pie de la ladera, a pesar del bajo pendiente, puede ser también peligroso por el posible desencadenamiento a distancia. Hay que asegurarse de que las cornisas son recientes. Si son antiguas, la vertiente seguramente ya se habrá estabilizado. Lugar: Lago Redon (autor: Pere Oller).

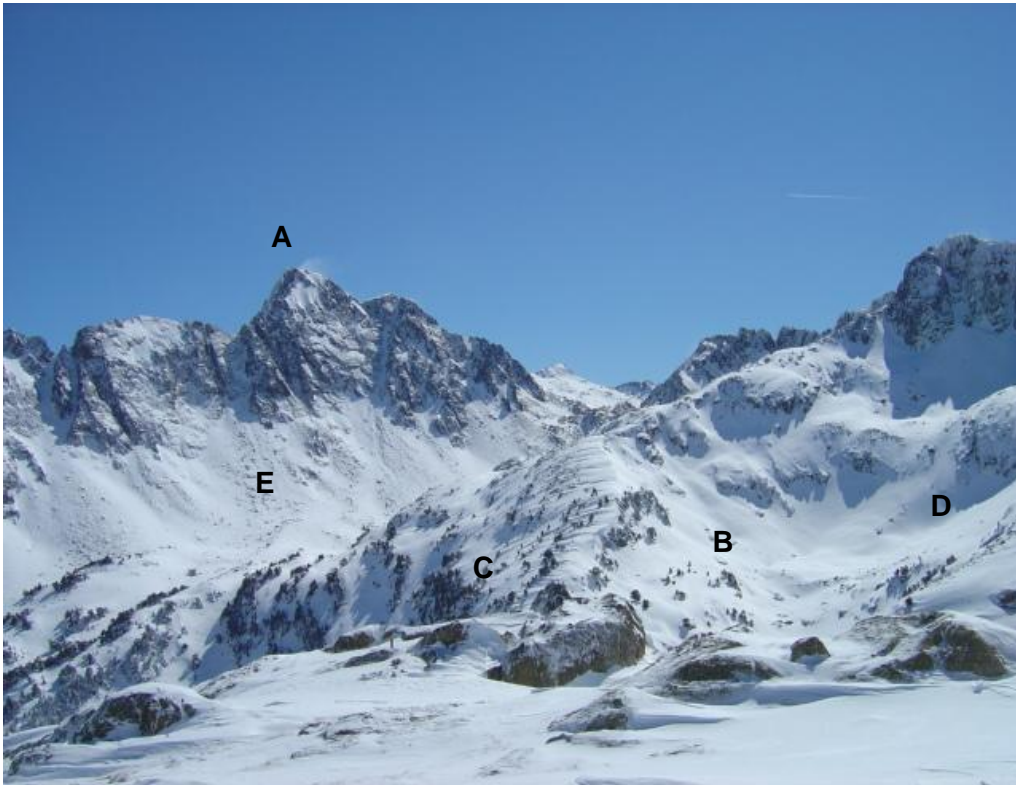


Figura 14. La variabilidad del manto viene determinada de forma importante por el terreno. El viento transporta la nieve (A) dando lugar a zonas con fuertes acumulaciones (B) a sotavento. En las laderas situadas a barlovento (C) puede haber también acumulaciones importantes debidas a viento cruzado, al micro-relieve o a la presencia de líneas de árboles aislados que actúan como biombos. Las condiciones de la nieve varían mucho según la orientación. En las vertientes umbrías (D) el manto se mantiene más frío y es más frecuente la presencia de capas débiles. En las laderas soleadas (E) las temperaturas más altas hacen que el manto en general se mantenga más estable a lo largo del invierno y sufra más procesos de fusión en situaciones de altas temperaturas. Foto: Circo de Restanca y montadas (autor: Jordi Gavaldà).



Figura 15. Sombras de viento. La nieve se acumula detrás de los obstáculos (árboles) en la dirección del viento. Indican, por tanto, hacia dónde se pueden haber formado las placas (en la foto, hacia el lado inferior izquierdo). Lugar: Bonaigua (autor: Pere Oller).



Figura 16. Estos hoyos que configuran un mal terreno para desplazarse y esquiar se llaman "sastruguis" (palabra de origen esquimal). Se forman por erosión del manto viejo, debido a un fuerte viento. En la foto, el viento ha ido de la parte superior izquierda a la parte inferior derecha. Lugar: Marcos (autor: Pere Oller).  
Figura 17. Fractura formada y propagada por la sobrecarga de una persona. Se trata de un claro indicio de inestabilidad (autor: Pere Oller).

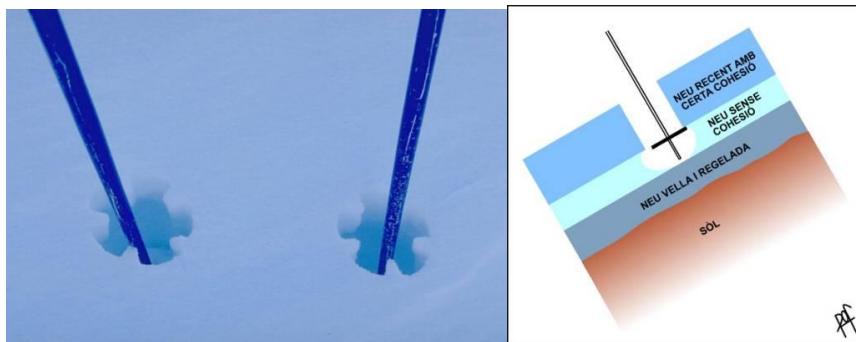


Figura 18. Detección de una capa débil interna con el bastón. Aunque la capa superficial tenga cierta resistencia, tenemos que insistir por si existe una capa débil escondida (autor foto: Pedro Oller).



Figura 19. No sólo se forman placas a sotavento. A veces, si el viento no es capaz de transportar toda la nieve, también forma placas a barlovento. Se forman dunas con una cohesión mayor que la nieve que las sustenta. Normalmente se forman cuando hay un buen espesor de nieve transportable y el viento no tiene suficiente capacidad para erosionar toda la nieve de las laderas de barlovento. Lugar: Eristes (autor: Pere Oller).



Figura 20. Las dunas que se observan en la parte superior de la foto indican un viento que ha afectado a cota alta en la dirección del cuello de la derecha. En cambio, en la parte inferior, la distribución de la nieve es muy homogénea, lo que significa que el viento ha afectado con menor intensidad. En la zona alta, el viento ha dado suficiente cohesión a la capa superficial para que se convierta en placa de viento. El esquiador que ha bajado ha hecho el resto del trabajo. Lugar: Comillas de Moró (Taüll, Alta Ribagorça) (autor: José Castanera).

### **Situaciones de fusión**

Las situaciones de fusión pueden ser debidas a aumentos marcados de la temperatura, a la lluvia o a las altas temperaturas, ayudadas por noches cubiertas de nubes o niebla y, por tanto, imposibilitando el enfriamiento nocturno. En principio, son relativamente fáciles de prever:

- Durante o después de un chaparrón sobre el manto
- En un fuerte aumento de temperatura, si la superficie del manto es poco cohesiva
- En la típica situación de primavera de fuerte radiación y temperaturas altas, a partir de media mañana-mediodía (especialmente a partir de mediados de marzo).

En todas estas situaciones, si las noches son serenas y las temperaturas bajan con posterioridad al calentamiento, el manto se estabiliza rápidamente. Si esto no es posible, la posibilidad de aludes de fusión permanece durante más tiempo. En estas situaciones se puede tener una falsa sensación de seguridad ya que los aludes no se producen con frecuencia. Hay que estar al acecho de los indicios.





Figura 21. Caídas de bolas, indicio de inestabilidad manifiesta. Lugar: Restanca (autor: Pere Oller).



Figura 22. Formación de grietas en todo el espesor del manto. Posibilidad de aludes de fondo. Si el alud no ha acabado de producirse posiblemente sea porque el terreno no tenga suficiente pendiente, o porque el manto todavía no se haya humedecido suficiente. Atención a otras zonas con características similares. Lugar: Valle de Arán (autor: Jordi Gavaldà).

Si posteriormente a un período de fusión se produce rehielo, el efecto es de estabilización. La estabilización será tan importante como intenso sea el proceso de rehielo. Por tanto, cuando observamos los indicios de inestabilidad que se han apuntado, hay que analizar en qué franja horaria nos encontramos, y cuál será la evolución previsible de la temperatura: si favorecerá la estabilización o la inestabilización.

## Situaciones anticiclónicas de invierno

Las situaciones anticiclónicas de invierno a menudo tienen lugar cuando todavía el espesor del manto es reducido. Durante la noche se produce un fuerte enfriamiento del manto, que durante el día la radiación solar puede compensar en las laderas sur. Pero en las laderas norte, este enfriamiento se puede mantener e ir aumentando a medida que pasan los días de calma atmosférica. Si esto se combina con un manto de poco espesor, tenemos asegurada la formación de capas débiles de cubiletes (escarcha de profundidad). Este proceso puede poner de manifiesto la observación de escarcha en superficie. Cuanto mayor sean las hojas de escarcha, más largo habrá sido el periodo anticiclónico y más se habrá enfriado el manto. Si la inestabilidad es acentuada, otros indicios como los WOUMS y las fracturas dejarán patente la fragilidad del manto.



Figura 23. Escarcha de superficie de dimensiones considerables. Hace días que el tiempo es anticiclónico (autor: Pere Oller).

## La observación de caída de aludes

Es evidente que observar la caída de aludes es un síntoma totalmente indicador de que el manto está inestable. Incluso cuando los aludes son pequeños hay que estar al acecho, pues pueden acabar siendo grandes en otras zonas o a medida que pasa el tiempo.

Cuando observamos la caída de un alud debemos fijarnos en qué tipo de avalancha es, las dimensiones, la zona donde ha tenido lugar, la orientación de la ladera y el momento en que se ha desencadenado. Después, hay que analizar el porqué de este

evento y reflexionar si se pueden desencadenar más y de qué características, en el transcurso del itinerario previsto.



Figura 24. Caída de bolas, purgas y aludes de fusión en una ladera expuesta a pleno sol al mediodía. La probabilidad de caída de un alud natural igual o mayor es elevada. Lugar: Portarró de Espòt (autor: Pere Oller).

### Señales de alarma

Las señales de alarma indican la presencia de zonas débiles en el manto nivoso y se manifiestan típicamente a partir del peligro marcado (3). Si no se perciben, no significan desgraciadamente por fuerza que las condiciones son favorables. Hay que estar alerta. Normalmente, sólo quien abre la traza siendo los "WOUMS".

Señales de alarma Grado de peligro de aludes	Woums, fisuras al manto nivoso	Desencadenamientos a distancia	Aludes de placa recientes y espontaneos
Moderado (2)	Aislados, sobretodo en zonas llanas y cubetas	Raros	Raros
Marcado (3)	Típicos	Aislados	Aislados
Fuerte (4)	Frecuentes	Típicos	Típicos, también de grandes dimensiones

Figura 25. Señales de alarma en función del grado de peligro (fuente: basado en Winkler, 2008).

## El tiempo

En todo momento debemos controlar el tiempo que hace y el tiempo que ha hecho recientemente y relacionarlo con la estabilidad del manto nivoso. ¿Este tiempo favorecerá o no la estabilidad del manto? Hay también que prever el tiempo que hará, ya sea a partir de las informaciones consultadas antes de salir como a partir de la interpretación de los indicios meteorológicos. Un buen conocimiento del tiempo que hará nos permitirá intuir cómo evolucionará el manto.

A continuación describimos algunas situaciones habituales:

**-Día soleado pero frío:** si la nieve es estable, podemos disfrutar de un fantástico día de montaña de invierno. Si hay condiciones de inestabilidad, se mantendrán hasta que las temperaturas se suavicen un poco. Las laderas sur, más radiadas, estarán más estabilizadas.

**-Día soleado y cálido, de primavera:** atención a las vertientes sur así que empiece a tocar el sol. A partir de mediodía hasta las laderas norte pueden humedecerse y pueden ser peligrosas. Esta situación es especialmente peligrosa después de una nevada.

**-Nevada:** mucha atención al espesor de nieve reciente y a las condiciones meteorológicas. Hay que controlar la intensidad, el grosor, el viento y la temperatura, principalmente.

**-Día de viento con nieve transportable, aun que sea poco espesor (entre 10 y 20 cm):** atención, se pueden haber formado placas localizadas, pero frágiles. En caso de más nieve transportable, las placas pueden llegar a ser de grandes dimensiones.

**-Lluvia:** si es intensa, la inestabilización será rápida y los aludes de fusión caerán en cualquier orientación y en cualquier momento. Si es débil por el contrario, ésta se helará a causa de la baja temperatura de la nieve sobre la que cae y formará una costra superficial, estabilizando ligeramente la superficie. Mucha atención a la cantidad de lluvia sobre el manto. Es difícil saber la cantidad de agua que ha caído y puede dar una falsa sensación de estabilidad. En cualquier momento podemos tener una sorpresa. Hay que alejarse de las laderas con pendientes avalanchosas pues en cualquier momento puede haber desencadenamientos espontáneos.

**-La niebla:** humedece el manto y favorece el desencadenamiento de aludes de fusión. A parte, conlleva otros problemas como desorientación y pérdida de equilibrio. En estas situaciones es fácil meterse inconscientemente en una zona peligrosa. La niebla impide el enfriamiento nocturno del manto.

**-Con temperaturas altas (superiores a los 0 ° C), pero con noches serenas:** la nieve se enfría de noche y de madrugada encontraremos las mejores condiciones de estabilidad para realizar la actividad deseada. Estas condiciones pueden cambiar muy rápidamente (cuestión de pocas horas, o incluso menos de una hora), así que dé el sol en el manto. Se trata de una típica situación de primavera.

**-Durante la noche ha estado tapado y las temperaturas han sido altas:** mucha atención, el manto puede estar muy húmedo desde primera hora de la madrugada. En cualquier momento pueden caer aludes de fusión en cualquier orientación.

### **3.2. Terreno**

Habiendo interpretado el mapa antes de salir, sobre el terreno debemos fijarnos continuamente con las características del lugar por donde vamos. Hay que observar: la pendiente de la pala donde estamos, los lugares cercanos donde se pueden desencadenar aludes, las zonas convexas, las grandes vertientes regulares, la orientación de las vertientes... Por defecto tenemos que buscar el itinerario más seguro para alcanzar nuestro objetivo. Si nos esforzamos en hacerlo, con el tiempo lo haremos casi inconscientemente.

Las preguntas que nos deberíamos hacer son:

- ¿La idea que me había hecho del terreno a partir del mapa corresponde a la realidad en cuanto a pendiente, rugosidad y relieve?
- ¿Qué hay por encima y por debajo de mí?
- ¿Qué dimensiones puede alcanzar una placa si se desprende en el lugar en el que me encuentro?

Para resolverlas, tendremos que aplicar los conceptos explicados en el Capítulo 2 de terreno.

### **3.3. El grupo**

En todo momento hay que estar al tanto de la progresión del grupo y de su estado. Ser conscientes de las limitaciones que como grupo tenemos. ¿Vamos bien de tiempo? ¿Estamos en condiciones para lograr el objetivo que nos habíamos planteado? Un aspecto importante es controlar si hay otros grupos cercanos. ¿Pueden provocar una avalancha que nos pueda afectar a nosotros? ¿Podemos provocarla nosotros y que les afecte a ellos?

## **4. FILTRO DE ZONA (O DE VERTIENTE). ¿PASAMOS O NO PASAMOS?**

Ante una vertiente sospechosa, tenemos que decidir qué hacer, si pasar o no pasar. Durante el itinerario hemos ido recogiendo información sobre el estado de la nieve y del tiempo. Esta información la hemos de utilizar para analizar la situación, junto con las características del terreno que tenemos delante y el estado del grupo. Todos estos elementos nos deben permitir valorar si es prudente pasar, si es recomendable y posible seguir una alternativa segura, o si por el contrario es mejor dar media vuelta. Ante la duda, siempre será mejor renunciar, aunque nos quedemos con la duda de si aquella vertiente era peligrosa.

### **4.1. Condiciones (nieve y tiempo)**

A la hora de analizar una vertiente, analizaremos los puntos indicados en el filtro local: espesor y distribución de la nieve en la vertiente, existencia de cornisas, exposición a la radiación, temperatura del aire, hora del día, existencia de aludes naturales o accidentales previas a la vertiente, existencia de trazas... Si con este análisis no quedamos convencidos, tenemos la posibilidad de realizar algún test de estabilidad. Si vamos de subida, con el palo o la vuelta maría podemos obtener algo más de información. Si estamos de bajada y es seguro, podemos hacer un test de la vertiente, de sobrecarga. Pocas veces valdrá la pena la realización de un test profundo, sobre todo si no se tiene experiencia.

### **4.2. Terreno: identificación de terreno avalanchoso**

Cara a cara con la vertiente, tendremos que identificar la pendiente, si hay zonas de mayor o menor pendiente, la proximidad a la cresta, si hay paredes rocosas en la parte superior o inferior, si se trata de una trampa o si por el contrario la vertiente es abierta y termina suavizándose al pie, su tamaño, existencia de anclajes o zonas de fractura, su altitud y orientación, y las posibilidades de dar media vuelta.

### **4.3. Grupo: el factor humano**

Hasta aquí llegados, hay que valorar si el grupo está en condiciones de afrontar lo que se presenta ante él. ¿Está en condiciones físicas y mentales adecuadas? ¿Tiene la suficiente habilidad técnica como para afrontar el reto? ¿El tamaño del grupo nos permite pasar con seguridad y con tiempo suficiente? ¿Hay un liderazgo claro y fiable?

Las preguntas que nos haremos son:

- ¿Se ven trazas de otros esquiadores? En caso afirmativo, ¿son suficientes para constituir un elemento de seguridad en las condiciones actuales? Lo que era cierto ayer, puede no serlo hoy.
- ¿Hay otros esquiadores que realizan el paso clave?
- ¿Los miembros del grupo, están suficientemente preparados para respetar disciplinadamente las medidas de seguridad? Después de haber estado esquiando todo el día, ¿somos capaces todavía de atravesar esquiando la ladera sin caer ni detenernos?
- ¿Qué táctica seguiremos? ¿Es posible bajar esquiando sin parar? ¿La distancia que mantenemos entre unos y otros esquiando es suficiente o es preferible fraccionar las salidas entre esquiadores para ir agrupándonos en islas de seguridad? ¿Existen estas islas? ¿Se creará una especie de corredor en el que todo el mundo esquíe o hay que exigir que todos sigan la traza hecha por el primero?

Recordad que las trampas heurísticas que comentábamos en el capítulo del factor humano intentarán confundir vuestros razonamientos lógicos. No os dejéis convencer!

### **4.4. Tests de estabilidad**

Los tests de estabilidad son un recurso más que podemos utilizar sobre el terreno, con el material que llevamos encima. Complementan la información obtenida a partir de los indicios que hemos ido observando en el transcurso del itinerario.

Observar el interior del manto nivoso no pide forzosamente mucho tiempo. Algunos tests simples dan ya una primera idea de la constitución de las capas superiores del manto nivoso. Así como los tests que implican aislar un bloque del manto requieren experiencia y conocimientos nivológicos, hay otros tests más rápidos e intuitivos.

A día de hoy, se han inventado un buen número de tests de estabilidad, pero para saberlos interpretar, hay que saber cuáles son las limitaciones de cada uno de ellos y cuál es la información que nos dan. En este capítulo nos centraremos en los tests que pueden sernos más útiles.

La mayoría de tests están concebidos para identificar la inestabilidad causada por la existencia de placas. Para obtener unos resultados más o menos interpretables, deberemos efectuar los tests a los lugares donde creemos que se encuentra la inestabilidad, donde sospechamos que pueda haber las placas. El óptimo es encontrar una zona fuera de peligro que sea representativa de la vertiente peligrosa que queremos estudiar.

### Test del palo

Ya hemos ido hablando en anteriores capítulos de lo que podemos hacer con el palo. Es un test que podemos repetir muchísimas veces a lo largo de nuestro recorrido. Nos ayuda a detectar capas débiles internas y a medir el espesor de nieve reciente o de nieve húmeda inestable. Hay que tener en cuenta, que nos permite sondear a poca profundidad, y que podemos no detectar capas débiles profundas. También nos permite identificar los mantos estables, aquellos en que a medida que clavamos el palo, la resistencia del manto se convierte progresivamente mayor.

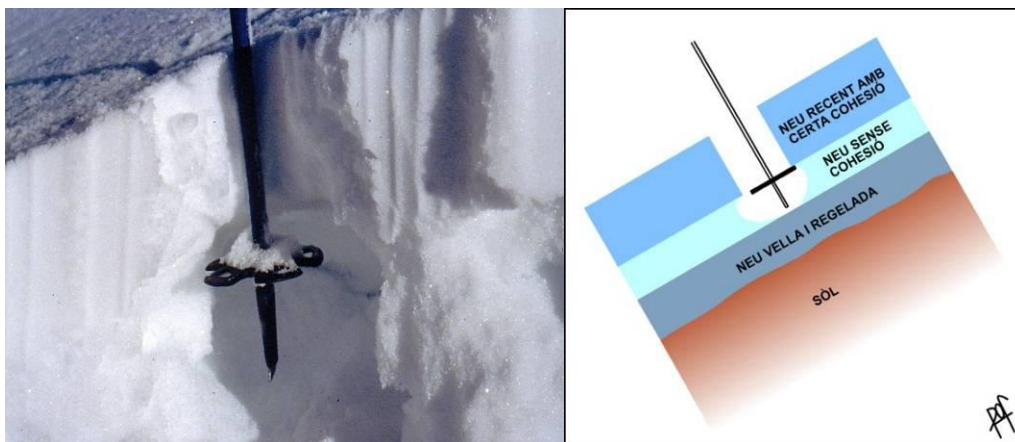


Figura 26. Al clavar el bastón en la nieve, encontramos una moderada resistencia hasta que llegamos a una capa donde el bastón de golpe se hunde y lo podemos mover con facilidad. Se trata de una placa sustentada por una capa débil (autor foto: Pedro Oller).



### Test de la volta maría

Consiste en observar el comportamiento del bloque triangular que se genera cuando se da una vuelta maría en progresar con esquís. Si se produce fractura, es porque tiene un comportamiento frágil y puede indicar la existencia de una capa débil.

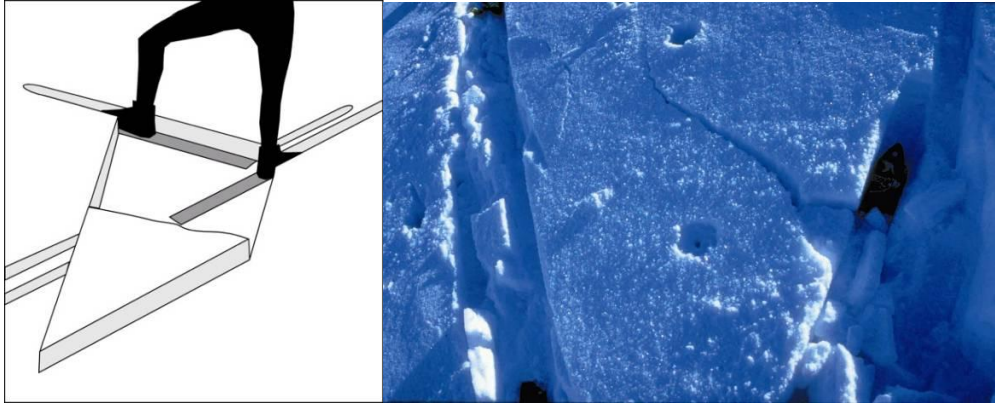


Figura 27. Test de la volta maría (autor foto: Pere Oller).

### Test de la vertiente o ladera

Se trata de un test que quizá lo habréis practicado alguna vez sin ser conscientes de que lo hicisteis estaba clasificado como test. Se realiza normalmente en bajada y es rápido. Consiste en ponerse a la parte de arriba de una vertiente sospechosa y saltar para sobrecargarla y purgarla en caso de que se confirme su inestabilidad. Debemos asegurarnos que estamos en la parte más alta de la ladera de modo que si hacemos bajar algo, siempre sea a partir de nuestros esquís. De esta manera difícilmente el alud nos podrá arrastrar. Lo más prudente, sin embargo, es hacerlo, si es posible, en una ladera en la misma orientación y pendiente de la que queremos atravesar, pero de menores dimensiones. Si el peligro es de placa, la rotura se puede producir por encima de nuestra posición y arrastrarnos pendiente abajo. Hay que igualmente estar al acecho si pasa gente por debajo, ya que podríamos hacerles caer el alud encima.



Figura 28. Placa provocada por el salto del esquiador. Afortunadamente no ha roto más arriba (autor: Joan Rovira).



Figura 29. Purgas provocadas por el derrape de un esquiador que baja del Sarraera. Si la vertiente es larga y con pendiente, estas purgas, aparentemente inofensivas, pueden convertirse en aludes peligrosos (autor: Pere Oller).

#### **4.5. Análisis del manto**

No se trata de un test propiamente dicho, pero es la fase previa a la realización de un test profundo o de columna, y nos puede dar muchas claves sobre la estabilidad del manto. El objetivo es detectar posibles capas débiles.

Consiste en hacer un agujero en la nieve para analizar su estructura y cohesión. Al hacer el agujero podremos observar las diferentes capas que forman el manto. ¿Hasta

qué profundidad tenemos que llegar? En más del 90% de los aludes provocados por esquiadores la capa débil se encontraba a menos de un metro de profundidad, por tanto, no se recomienda excavar por debajo de esta profundidad. De todos modos, no hay que llegar a tanta profundidad si antes detectamos una capa de baja cohesión.

Primero tenemos que hacer un agujero con paredes verticales. A continuación, detectaremos las capas que hay. Es posible que a simple vista ya reconozcamos diferentes capas, pero con una navaja o instrumento similar lo haremos con más facilidad. Con la navaja cortaremos de la superficie a la base del manto. De este modo, notaremos como hay capas más duras y más blandas. Esa capa donde la navaja no entra, no se puede cortar, corresponderá a una costra de rehielo. Con el puño, con el guante puesto para no calentar la nieve, iremos pulsando cada una de las capas que hemos detectado.

De esta manera identificaremos los posibles niveles de desenganche: las superficies poco rugosas de las costras y aquellas capas donde el puño entra con facilidad o incluso los cuatro dedos juntos.

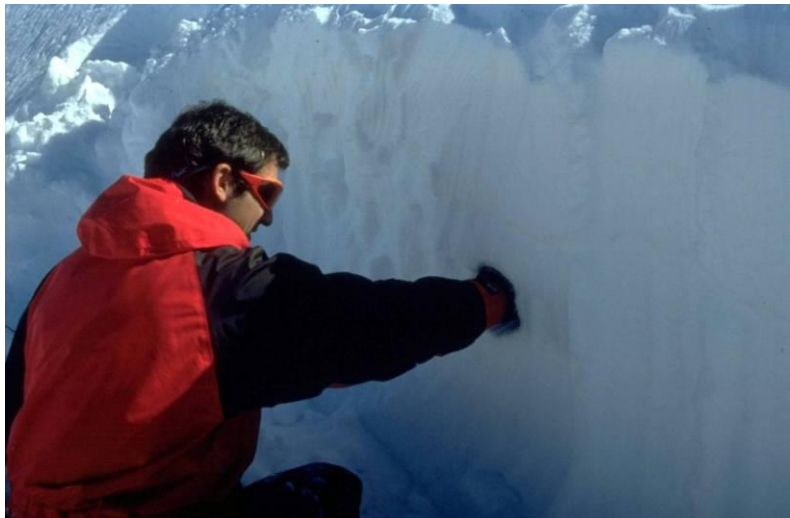


Figura 30. Presionando con el puño en las capas previamente localizadas, detectaremos las capas potenciales de baja cohesión (autor: Pere Oller).

#### **4.6. El test de la columna extendida**

Es un test muy rápido de hacer y presenta unos resultados ajustados. De hecho, los primeros resultados hablaban de un acierto superior al 95%, que más tarde ha sido matizado y reducido al 85%.

Hay que aislar un bloque de 90 cm de ancho y 30 cm de lado. La parte trasera del bloque debe ser aislada con una sierra de nieve con extensor, o más rápida y eficazmente con un cordino con nudos, de 250 cm de largo. Es muy importante que las paredes del bloque sean bien verticales y que el bloque conserve su sección en todos los puntos. A continuación, sobrecargaremos un extremo del bloque picando sobre la pala con la fuerza de la muñeca (picando 10 veces suavemente con la punta de los dedos, dejando caer la mano desde la muñeca), del codo (dejando caer la mano, golpeando con los dedos o los nudillos 10 veces más) y del hombro (picando 10 veces con todo el peso del brazo y el puño cerrado).

Hay que observar el número de golpes necesarios para iniciar una fractura dentro del bloque y el número de golpes necesarios para que la fractura atravesase-propague-todo el bloque. Si aparece una fractura pero ésta no atraviesa el bloque entero, seguiremos sobrecargando un extremo de la columna hasta que esto suceda o hayamos completado los 30 golpes. Si dudamos del resultado del test-el bloque se derrumba, nos damos cuenta que no era bien vertical ...- vale la pena repetirlo.



Figura 31. Test de la columna extendida. Medidas del bloque a aislar y zona donde aplicar la sobrecarga (autor: Jordi Gavaldà).

La interpretación es muy sencilla. Si aparece una fractura que cruza el bloque entero mientras lo aislamos o una fractura se inicia y cruza el bloque entero de una sola vez o en el golpe siguiente al haberse iniciado, el test se considera inestable. En cualquier otro caso-no aparece fractura, no se propaga por el bloque entero o necesita más de dos veces para hacerlo-el test se considera estable. Estudios muy recientes indican que si la iniciación y propagación de la fractura se dan después de 21 golpe puede ser muy difícil iniciar una fractura en una ladera similar.

Cabe destacar que este test es el que ofrece, a día de hoy, unos niveles de acierto más elevados de todos los disponibles. Las situaciones en las que más a menudo puede resultar erróneo son: 1) Placas delgadas y/o muy blandas, en que el lateral de la pala pueda ir cortando la placa y dar resultados de falso estable; 2) Placas muy duras y gruesas, en que pueda ser muy difícil iniciar una avalancha y el test, en cambio, dé positivo (falsa alarma).



Figura 32. Test de la columna extendida. La sobrecarga se aplica a un extremo del bloque, articulando primero la muñeca, luego el codo y finalmente el hombro (autor: Jordi Gavaldà).

## **CAPÍTULO 7: RESCATE**

Francesc Carola, responsable del GRAE voluntarios del Pirineo Oriental de los Bomberos de la Generalitat de Catalunya.

### **1. ORGANIZACIÓN DEL RESCATE**

Si sois testigos de un accidente de avalancha, automáticamente quedáis involucrados en las labores de rescate. Por ello, hay que tener claro el protocolo a seguir y saber actuar con serenidad.

#### **1.1. ¿Qué hacer durante el transcurso del alud?**

Aseguraros de que estáis protegidos del alud u otros aludes potenciales. Si no, hay que situarse en un lugar seguro.

Seguir con la vista la avalancha y la trayectoria de las víctimas. Hay que recordar el último lugar donde han sido vistas. Desde este punto, empezaremos su búsqueda.

#### **1.2. ¿Qué hacer cuando el alud se para?**

Hay que analizar la situación y organizar el socorro. Evaluad la anchura del alud y el número preciso de víctimas. El desplazamiento por encima del alud se hará en esquís o a pie, en función de la cantidad y calidad de la nieve.

Si estáis solos, marcad los lugares donde las víctimas han sido vistas por última vez. Buscad frenéticamente durante 15 minutos más abajo del punto de desaparición de la víctima y en las zonas preferenciales (rellanos, agujeros, por la parte de encima de rocas y árboles). Hacedlo con los ojos para descubrir indicios de superficie (esquís, palos, guantes, zapatos, mochilas...) y con el DVA. Eventualmente, utilizad el oído para oír gritos o silbidos. Marcad los lugares donde encontréis objetos perdidos por la víctima y sondead los mismos, utilizando la sonda o sondas de fortuna (bastones, esquís...). Después de 10-15 minutos de búsquedas infructuosas, llamad al 112 o iros a buscar socorro, si aun no habéis avisado a los equipos de rescate.

Si sois varios, elegid un "jefe de operación" para que coordine la búsqueda. Será el más experimentado, o bien el más calmado. Hacer un análisis sereno de la situación es muy importante. Hay que repartir las tareas: un vigía que avisará en caso de que una nueva avalancha se produzca, una persona que avise a los equipos de rescate llamando al 112 y los que iniciarán la búsqueda. La búsqueda se hará teniendo en cuenta los mismos procedimientos explicados en el punto anterior. Después de 10-15

minutos de búsquedas infructuosas, hay que ir a buscar socorro, si aun no habéis podido avisar a los bomberos.

Es importante señalar el terreno antes de la llegada de los equipos de socorro. Marcad los lugares donde las víctimas han sido vistas por última vez y haced un depósito de vuestro material para no confundirlo con los objetos perdidos de las víctimas.

## 2. MATERIAL DE SEGURIDAD

El DVA, Detector de Víctimas de Alud, es un aparato que genera un campo electromagnético con una frecuencia de 457 Khz. Si lo colocamos en fase de búsqueda, puede detectar la frecuencia emitida por otro DVA y la intensidad de su señal. Esto nos permite localizar a las víctimas. Hoy en día, disponemos de muchos modelos de DVAs. Los más modernos, y a la vez los más intuitivos de utilizar, son los que tienen tres antenas. Por eso, son también los más caros. Pero hay que recordar que la rapidez en el rescate no lo da la tecnología, sino el entrenamiento del usuario.



Figura 1. Tipos de DVAs según número de antenas.

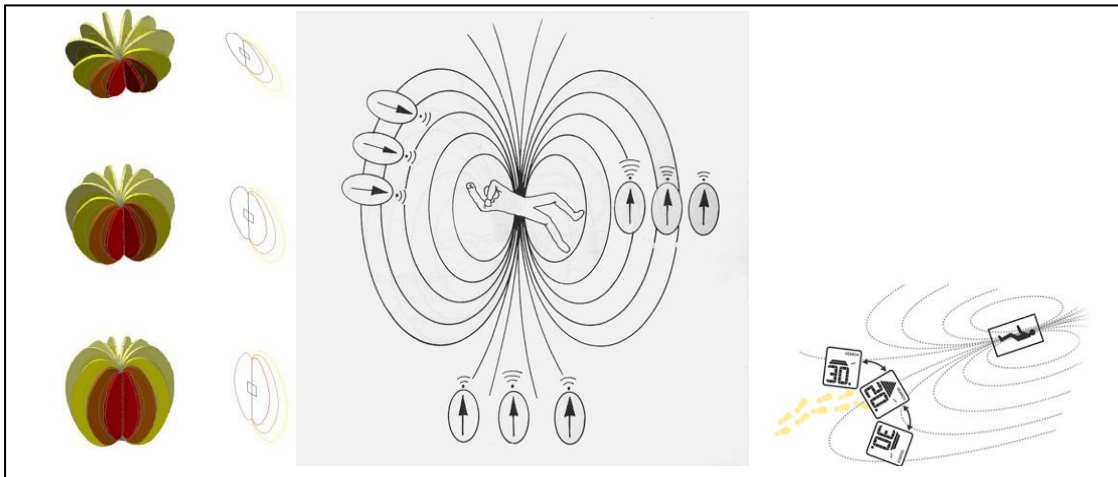


Figura 2. Campo electromagnético y funcionamiento del DVA. Tal y como se puede ver en las imágenes, el DVA en posición de búsqueda detectará más o menos señal según la posición en la que se encuentre respecto al DVA emisor.

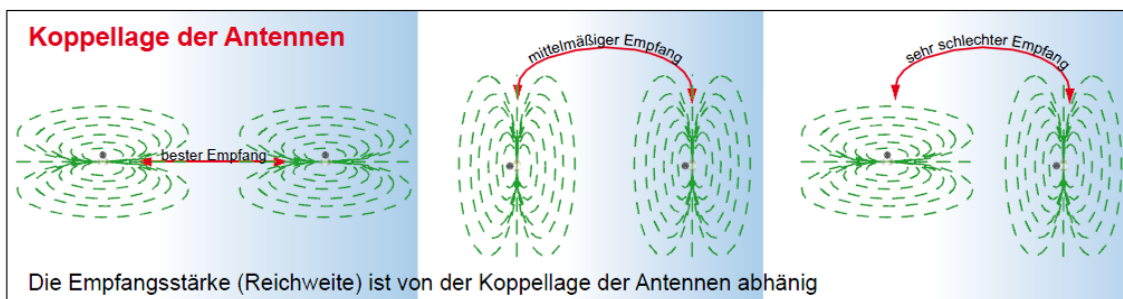
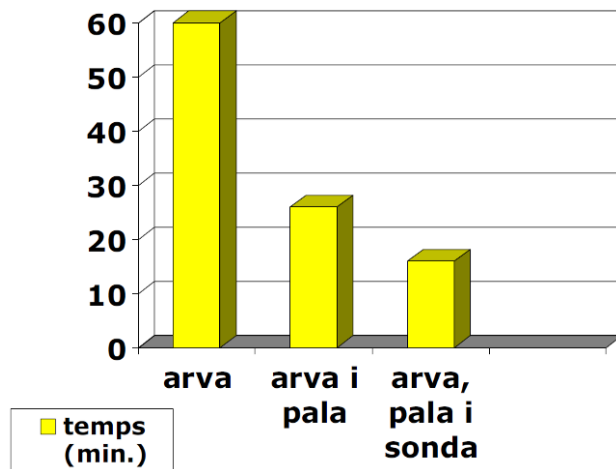
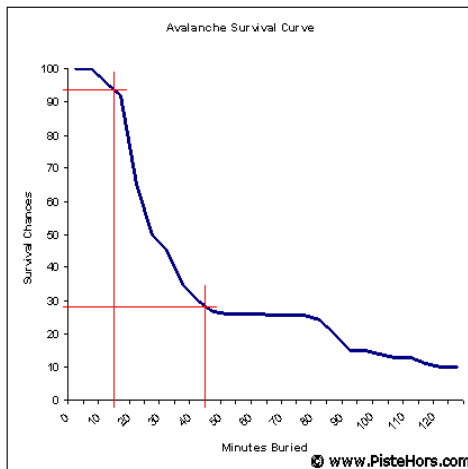


Figura 3. De izquierda a derecha, tres posiciones, de más a menos favorable. En los casos donde la posición relativa de los dos DVAs no es propicia, es donde se notará más el funcionamiento de las tres antenas de los DVAs de última generación (fuente: 2009 by AM-Berg Verlag, Günter Duner).

En cuanto a la sonda y la pala, en el Capítulo 5: reducción del riesgo se han dado algunos consejos útiles a la hora de escoger los diferentes modelos. Veremos, más adelante, las técnicas que debemos conocer para utilizar correctamente estas herramientas. En un rescate el tiempo es el factor máspreciado.

Tal y como nos muestra la figura 4, el porcentaje de supervivencia baja en picado tras los primeros 15 minutos. Por este motivo, es necesario que nosotros mismos seamos capaces de llevar a cabo el rescate de los miembros de nuestro propio grupo. Si los compañeros actúan correctamente, en un 71% de los casos, las víctimas sobreviven. Si las víctimas son localizadas por un grupo de rescate, el índice baja a un 13%. Hay que aprovechar bien el tiempo y, por ello, es indispensable la utilización conjunta del DVA, la sonda y la pala.





Figuras 4. Curva de supervivencia de la víctima después del alud (fuente: www.PisteHors.com).

Figura 5. Tiempo orientativo empleado en buscar una víctima, utilizando 1, 2 o 3 elementos del material de rescate. Las diferencias son muy significativas (fuente: Dominique Stumpert, 1999).

### 3. FASES DE BÚSQUEDA

#### 3.1. Búsqueda con el DVA

Dividiremos la búsqueda en tres fases: búsqueda primaria, búsqueda secundaria y búsqueda terciaria.

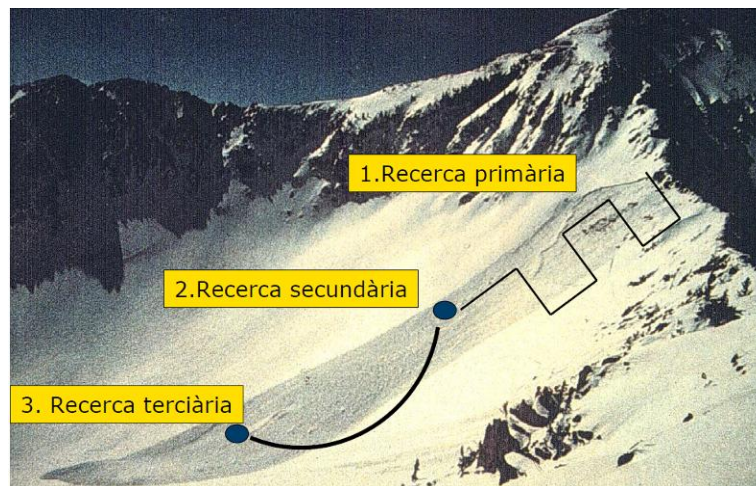


Figura 6. Esquema de las tres fases de búsqueda con el DVA

La **búsqueda primaria** es la localización de la primera señal. Rastreamos la avalancha trazando bandas hasta que detectamos la primera señal y marcamos este punto con el bastón o el esquí. Debemos tener presentes las distancias de alcance del DVA. Hay que trabajar siempre con la distancia real o útil, considerando que la antena

emisora y la receptora puedan estar situadas perpendiculares entre sí. El ancho de las bandas será el doble de la distancia útil.

Distància màxima



Distància útil o real



**Banda de recerca; és el doble de la distància útil**

Figura 7. Distancia máxima y distancia real o útil

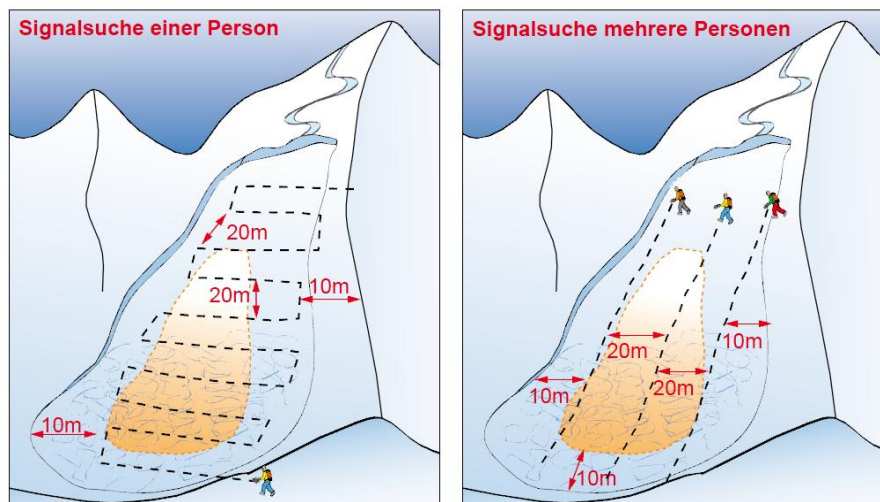
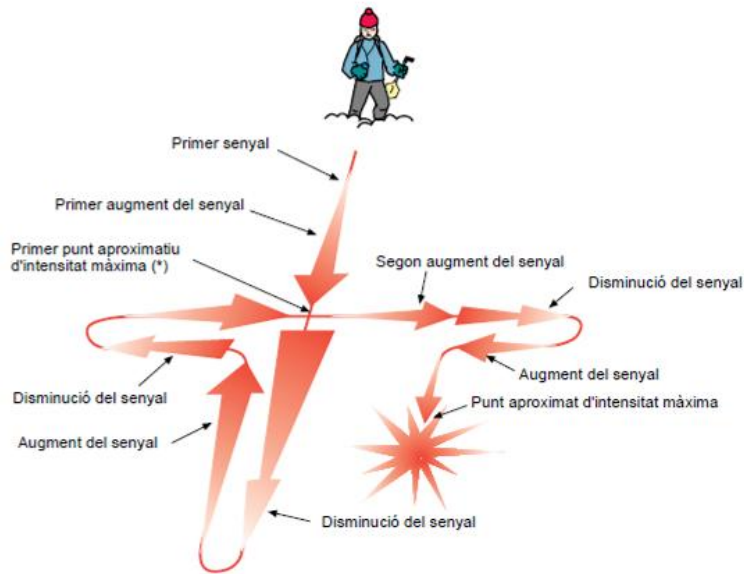


Figura 8. En el caso de disponer de más de una persona para realizar la búsqueda, podemos sustituir las eses por un escaneo de la zona en línea recta de los diferentes buscadores avanzando en paralelo. Por otra parte, fijaos que en el dibujo, el rastreador se detiene a 10 m (distancia útil) de los laterales del alud, mientras que deja 20 m (doble de la distancia útil) como ancho de cada lado o entre persona y persona. Esta es la manera de asegurarnos que no queda superficie sin repasar. Aun así, se recomienda llegar hasta el lateral, ya que a veces la víctima puede estar enterrada fuera de la zona de recorrido del alud (fuente: 2009 by AM-Berg Verlag, Günter Duner).

La **búsqueda secundaria** es la localización aproximada de la víctima y va desde la recepción de la primera señal hasta situarse a 2-3 metros. Para llevarla a cabo, utilizaremos el método de las cruces si disponemos de un DVA de una antena y el método direccional para el resto de modelos.

## Aproximació a partir del primer senyal (mètode de la creu)



\*A mida que sentim més intens el senyal, hem de disminuir la recepció de l'aparell per a poder discriminar millor quan aquest augmenta i quan disminueix.

Figura 9. El método de las cruces

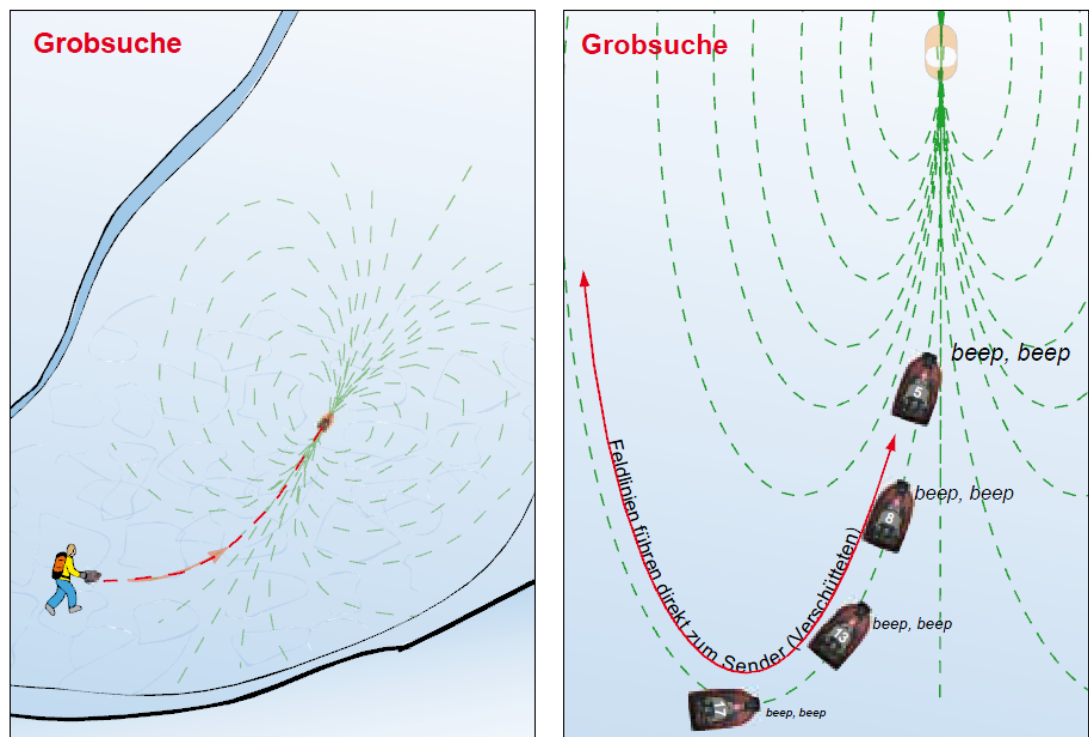


Figura 10. El método direccional (fuente: 2009 by AM-Berg Verlag, Günter Duner).

La **búsqueda terciaria o final** es la determinación del emplazamiento más preciso de la víctima antes del sondaje. Mediante el método de la cruz, independientemente del DVA utilizado, determinaremos un círculo de aproximadamente 40 cm de radio.



Figura 11. El método de la cruz en la búsqueda terciaria requiere situar el DVA cerca del suelo y hacer las cruces tan perpendiculares como nos sea posible. Es indispensable mantener la misma orientación del aparato en todo momento y no hacer movimientos giratorios con el brazo (fuente: Barryvox user's manual).

### 3.2. Sondaje

Empezaremos a sondear a la lectura más baja del DVA. Lo haremos entrando la sonda perpendicularmente a la pendiente y sondearemos haciendo círculos concéntricos hasta encontrar la víctima. Haremos un agujero cada 25 cm y, una vez localizada la víctima, dejaremos la sonda clavada.

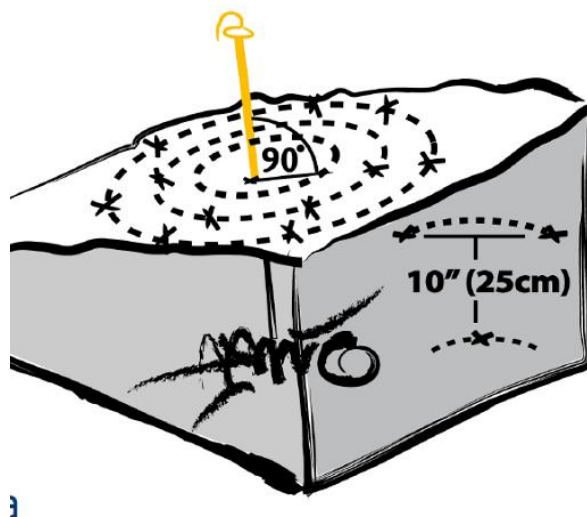


Figura 12. El sondaje (fuente: Backcountry Access).

### 3.3. Paleo

Existen varias técnicas de paleo. Aquí se explica el paleo en V de Genswein, una de las técnicas que creemos más eficientes. Para realizarla, cogeremos de referencia la localización de la sonda y situaremos los paleadores dibujando una V. Si nos encontramos en terreno llano, el vértice del triángulo estará separado de la sonda una distancia de dos veces la profundidad de la víctima. Si nos encontramos en un lugar con pendiente, situaremos el vértice a una distancia igual a la profundidad.

Los rescatadores estarán situados cada 80 cm y trabajarán de pie. El objetivo principal es hacer circular la nieve por el canal central y construir una plataforma inclinada hacia la víctima. Cada uno se hará responsable de su segmento. Las rotaciones de posición se harán en sentido de las agujas del reloj, a petición del rescatador del vértice de la V. Es esta la posición más cansada. Una vez hayamos llegado a la víctima, la prioridad será rebajar las paredes para acceder al herido. De esta tarea se encargarán 2 paleadores. Hay que excavar cuidadosamente alrededor de la víctima y construir una cavidad. La zanja y la cavidad de extracción que hemos hecho constituyen a menudo un refugio muy eficaz para esperar al médico o bien la evacuación. El resto del equipo seguirá transportando la nieve hacia atrás.

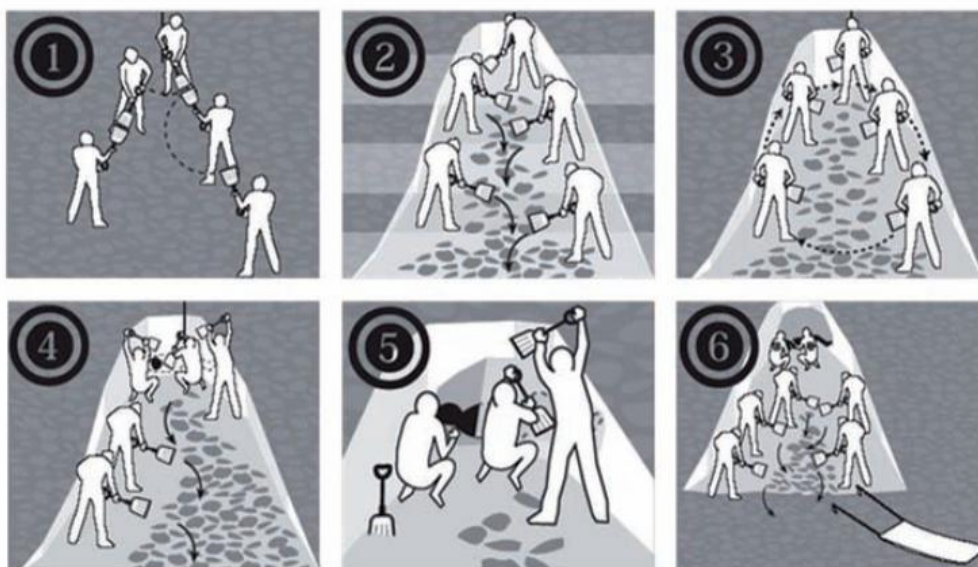


Figura 13. El paleo en V (fuente: Manuel Genswein).

Utilizando este método, evitamos trabajar demasiado cerca de la sonda con el peligro de comprimir la bolsa de aire, excavar en forma de cono sin dimensionar el agujero en

la profundidad de la víctima, mover la misma nieve varias veces y trabajar con la pala por debajo de los pies, posición que resulta incómodo e ineficiente.



Figura 14. Trabajar demasiado cerca de la sonda comprime la bolsa de aire de la víctima

#### **4. ASISTENCIA SANITARIA**

Una vez encontrada la víctima, hay que buscar la cabeza y limpiarle las vías respiratorias. En el momento de limpiar la nieve de la cabeza de la víctima, fijaos si dispone de bolsa de aire, si la nieve forma una cavidad (a menudo helada) delante de la cara, si tiene la boca y la nariz limpias o llenas de nieve y de qué color tiene la piel (pálida-azul). Toda esta información puede ayudar al médico a determinar la medicalización.

Tras estas importantes observaciones, seguiremos a hacer un análisis de las funciones vitales. Se puede practicar sin esperar la extracción completa. Se trata del proceso clásico de socorrismo conforme los protocolos que nos han enseñado: Conciencia/Ventilación/Circulación. Para verificar si la persona está consciente, la llamaremos, le preguntaremos si nos entiende y si puede ejecutar una pequeña orden. Si no responde, nos aseguraremos de que respire. Es la cosa más delicada de hacer ya que a menudo es poco visible. Se aconseja que en caso de duda se apliquen dos insuflaciones inmediatamente. Si la persona ya respiraba, ya os lo hará saber (tos, movimientos de agitación). Si no respira o no reacciona a las dos insuflaciones, hay que limpiar la nieve del pecho (si esto no está hecho) y empezar a hacerle el RCP. Obviamente, sólo lo haremos si tenemos los conocimientos para hacerlo.

Si somos suficientes personas, comenzaremos a ampliar la plataforma alrededor de la víctima y le sacaremos los esquís, los bastones y la mochila. Si no hay riesgo de un sobre alud (un segundo alud que afecte la misma zona), evitaremos mover a la víctima y mejoraremos la entrada del agujero para que tenga un abrigo confortable.

Si la víctima respira pero está inconsciente, mantendremos al máximo la alineación cabeza-cuello-tronco y la pondremos de lado porque no se ahogue en caso de vómito (posición lateral de seguridad). La aislaremos mejor del frío (colchón, cuerdas, esquís, manta, ropa) y la vigilarémos atentamente, esperando los equipos de rescate.

Si la víctima es consciente, hay que asegurarse de que no pierda la conciencia. Para no agravar su estado, no hay que obligarla a levantarse o moverse inútilmente. Mantendremos el eje cabeza-cuello-tronco, la aislaremos del frío e intentaremos calentarla. Es importante poder estirla. Le tomaremos el pulso y la frecuencia cardiaca a intervalos regulares. Podemos, también, hacerle un análisis complementario para identificar lesiones traumáticas como heridas y fracturas.

#### La hipotermia

Una persona enterrada bajo la nieve se enfría muy rápido. Hay que aislar a la víctima del frío, en la medida que ello sea posible. En una víctima inconsciente, la hipotermia será, probablemente, grave o profunda (menos de 28 grados). Si la víctima está consciente, la hipotermia es generalmente media o ligera (más de 30 grados). La consumición de bebidas y alimentos calientes son reservados a las víctimas conscientes y que no podrán ser evacuadas rápidamente. Hay que observar la evolución. La palidez, la parada de los temblores, el abatimiento son signos del agravamiento de la hipotermia. La existencia de heridas puede agravar el enfriamiento.

Para proteger las posibles víctimas del frío, se recomienda llevar en la mochila un termo con bebida caliente, una manta de aluminio, ropa caliente, guantes, gorro, un pequeño botiquín y, eventualmente, un analgésico.

#### Cuando llega el equipo de rescate

Cuando llega el equipo de rescate con el helicóptero, hay que poner los brazos en "Y" y controlar que no haya material que pueda volar. Cuando lleguen los rescatadores, hay que explicar los hechos cronológicamente: número y estado de las víctimas, hora

de la avalancha, duración del enterramiento, actuaciones realizadas y evolución de los heridos.



## REFERENCIAS

TREMPER, B. (2008). **Staying Alive in Avalanche Terrain**. The Mountaineers Books. USA.

David MCCLUNG, D., SHAERER, P. (2006). **The Avalanche Handbook**. The Mountaineers Books. USA.

Diversos autors. CD interactiu **White Risk**, SLF, Suïssa.

Diversos autors. **Online Avalanche Course**. Canadian Avalanche Centre [www.avalanche.ca](http://www.avalanche.ca).

DURNER, G., FARQUHARSON, B. (2009). **Avalanches Know-how**. AM-Berg Verlag. Garmish-Partenkirchen. Germany

Munter, W. (2007). **3x3 Avalanchas. La gestión del riesgo en los deportes de invierno**. Ediciones desnivel. Madrid.

Swiss Federal Institut for Snow and Avalanche Research (2003). **Caution-Avalanches!**

WINKLER, K., BREHM, H.P., HALTMEIER, J. (2007). **Sports de Montagne d'hiver. Technique, Tactique, Sécurité**. Club Alpin Suisse.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

### Nivel básico y medio

GARCÍA, C., VILAR, F.(2006). **La montaña. Manual de meteorología**. Alpina. Barcelona.

MUNTER, W. (2007). **3x3 Avalanchas. La gestión del riesgo en los deportes de invierno**. Ediciones desnivel. Madrid.

BOLOGNESI, R. (2002). **¡Avalancha!**. Ediciones desnivel. Madrid.

### Nivel avanzado

TREMPER, B. (2008). **Staying Alive in Avalanche Terrain**. The Mountaineers Books. USA.