



1 DIVISIÓN DOCTRINA

LOS PELIGROS DE UNA TORMENTA ELÉCTRICA

¿Cómo cuidarse de las tormentas eléctricas en actividades de entrenamiento en montaña?



CENTRO DE LECCIONES APRENDIDAS

2017

LOS PELIGROS DE UNA TORMENTA ELÉCTRICA

¿Cómo cuidarse de las tormentas eléctricas en actividades de entrenamiento en montaña?

ÍNDICE

Introducción	7
I. Antecedentes.....	9
A. Situación	9
B. Descripción de los hechos	10
C. Actividades de preparación	13
II. EXPERIENCIAS MILITARES.....	17
A. Planificación.....	17
B. Entrenamiento	19
C. Comunicaciones.....	19
D. Mando y liderazgo.....	20
III. RECOMENDACIONES	21
A. Precauciones ante malas condiciones meteorológicas	21
B. Algunos datos sobre las tormentas eléctricas	22
C. Como cuidarse de las tormentas eléctricas.....	23
IV. LECCIONES APRENDIDAS.....	27
ANEXO	
Descripción de tormenta eléctrica	29

INTRODUCCIÓN

Luego de un accidente surge, generalmente, la misma pregunta: ¿cómo pudo suceder? La respuesta nos señala que a pesar de la vasta experiencia del personal en actividades similares, no se tomaron en consideración todas las precauciones ni recomendaciones existentes sobre el tema.

Teniendo en cuenta las experiencias de otros ejércitos, en el sentido de generar las instancias necesarias para que un mismo accidente no ocurra nuevamente, fue creado el Centro de Lecciones Aprendidas del Ejército (CELAE), el cual tiene la misión de obtener y analizar las experiencias adquiridas por las unidades para implementar y difundir lecciones aprendidas a la Institución, con la finalidad de lograr un aprendizaje organizacional.

La idea es que tras un exhaustivo y metódico análisis, se expongan las causas que motivaron un accidente y la forma cómo podría haberse evitado. Este es el valor práctico que tiene para un profesional en el Ejército, conocer los errores cometidos y las consecuencias de un accidente, porque al hacerlos públicos, también otros podrán aprender de ellos y evitarlos.

Existen, por otra parte, factores humanos que deben ser adecuadamente manejados para evitar que la imprudencia o la temeridad provoquen un accidente (peligros subjetivos). Un relato del libro de Pit Schuber¹ permite retratar muy bien lo que ocurre con las personas en actividades de montaña: “Confiado en el equipo, en la experiencia del grupo y en la resistencia física que aún conservaban las personas, se hizo caso omiso de todos los signos que apuntaban a un empeoramiento meteorológico. Era el mejor momento para emprender la retirada, cuando todos tenían las suficientes reservas como para afrontarla, pero el grupo estaba decidido a continuar, pues ya era la segunda vez que intentaban llegar a esa cumbre. Las consecuencias fueron desastrosas para la expedición, porque más de la mitad perdió la vida por congelamiento”.

Otra parte del relato continúa: “La estadística muestra que los jóvenes están más dispuestos a arriesgar que las personas mayores. En la juventud, muy pocos están dispuestos a renunciar por malas que sean las condiciones; sin embargo, para los mayores una retirada no supone el más mínimo trauma. Se piensa que la decisión de retirarse es también una cuestión de orgullo, y el orgullo es cosa de la edad. Parece incluso, que la naturaleza nos ha dotado de un regulador muy razonable, según el cual el orgullo disminuye a medida que lo hace nuestra capacidad de rendimiento”.

En este contexto, este boletín hará referencia a un accidente ocurrido en una actividad de entrenamiento aventura en montaña, el cual se produjo durante una tormenta eléctrica y donde parte de los integrantes de una patrulla fueron alcanzados por un rayo, quedando con lesiones de diferente consideración, pero afortunadamente sin consecuencias fatales.

1 Schuber, Pit. “Seguridad y Riesgo, análisis y prevención de accidentes de escalada”, Ed. Desnivel, Madrid, 2001. pp. 9 - 37.



I. ANTECEDENTES

A. SITUACIÓN

La actividad fue planificada de acuerdo con lo establecido en la cartilla CDIE-90001, "Entrenamiento Aventura", ed. 2009, donde se define como "un entrenamiento al aire libre realizado por personal militar basado en excursiones recreativas - deportivas específicas, que presenten desafíos e involucren riesgos controlados, con el fin de desarrollar condiciones de liderazgo, trabajo en equipo, capacidad física, coraje moral y físico, entre otras competencias personales, consideradas vitales para la capacidad de combate de la fuerza terrestre". En otras palabras, "es una forma entretenida de entrenar en la paz para la guerra, planificando, asumiendo riesgos y trabajando en equipo".

Además, tomando como referencia la cartilla antes mencionada, podemos establecer los siguientes aspectos:

- La patrulla de la DIVDOC fue organizada sobre la base de 7 hombres: 5 oficiales y 2 clases, entre los cuales se encontraban 3 especialistas en montaña (1 de nivel 3 "monitor" y 2 de nivel 4 "experto"), que cuentan con experiencia en expediciones y ejercicios con tropa en este tipo de escenario. Sin embargo, tomando en cuenta la totalidad de los integrantes de la patrulla, su nivel de entrenamiento es considerado en el 1.º nivel "básico".
- La actividad fue considerada como una "expedición interna" y todos los integrantes de la patrulla fueron participantes voluntarios. Además, contaban con la preparación física adecuada (categoría N o MB en las PSFs), con el equipamiento especial de montaña y con las instrucciones previas para la actividad (equipamiento, ruta de marcha, descansos, campamento, ascenso a la cumbre y medidas de seguridad contra accidentes).



Fig. 1 Zona general de La Parva.

B. DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS

- Los hechos ocurrieron durante una actividad de validación de estándares para el entrenamiento aventura por una patrulla de la División Doctrina, entre el 22 y 23ENE2009, en la ZG La Parva y específicamente el cerro “La Leonera”, donde la patrulla fue afectada por una tormenta eléctrica y parte del personal integrante fue alcanzado por un rayo, sin consecuencias fatales.
- El cerro “La Leonera” es una cumbre de la zona central y tiene una altitud de 5.000 msnm. Su ascensión demanda que el personal se encuentre en buenas condiciones físicas y no requiere conocimientos ni destrezas técnicas especiales, ya que la ruta de marcha permite el ascenso a la cumbre solo mediante una marcha a pie. Según la estación del año, necesita equipo especial de montaña.
- La planificación consideró la información meteorológica disponible, que indicaba la inestabilidad propia de la estación del año, especialmente en las tardes con chubascos, granizo, nieve intermitente y temperaturas cercanas a los 0 °C. No existió evidencia de ningún frente, ni tormentas en la zona.
- La actividad de entrenamiento aventura en montaña programada consideró dos días para ejecutar una ascensión al cerro “La Leonera”. En el primer día se desarrolló la marcha hasta el campamento base y la aclimatación necesaria en esa altitud (sobre 4.000 msnm). Producto de las condiciones meteorológicas conocidas en los pronósticos, la patrulla debió armar el campamento y refugiarse en las carpas durante la tarde, debido a los granizos y nevada que afectó la zona. Luego, las condiciones mejoraron hacia la noche y el personal logró descansar, alimentarse, y preparar el ascenso previsto para el día siguiente.
- El ascenso a la cumbre del cerro “La Leonera” se produjo durante el segundo día de la actividad, entre las 05.00 y 10.00 horas. Posteriormente, de regreso en el campamento base aproximadamente a las 13.30 horas y mientras se realizaba el equipamiento del personal para iniciar el descenso, se produjo un cambio en las condiciones atmosféricas de la zona, situación que obligó a adelantar el descenso de la patrulla previsto, inicialmente, para las 15.00 horas.
- Se dio inicio a la marcha entre el campamento base y el lugar de reunión de los vehículos (PTM) aproximadamente a las 14.30 horas, comenzando una tormenta con fuerte viento, granizo, relámpagos y truenos. Esta condición atmosférica adversa, obligó al oficial al mando a resolver mayores medidas de seguridad para los integrantes de la patrulla.
- Parte de estas medidas consistieron en aumentar el abrigo en el equipamiento individual (evitar una hipotermia o principio de congelamiento), disminuir la distancia de marcha (evitar extravíos), y mayor precaución para evitar lesiones o accidentes en la ruta.





- Durante la primera hora de marcha, las condiciones atmosféricas se mantuvieron con una fuerte tormenta, incrementándose los granizos y el viento. Lo anterior, sumado a la inexistencia de refugios en la ruta, obligó a la patrulla a mantener el ritmo de marcha y suspender los descansos previstos para llegar lo antes posible al PTM, y evitar los efectos de la tormenta ya declarada en toda la zona.
- Luego, las condiciones de la tormenta cambiaron bruscamente, se tuvo mayor visibilidad durante la marcha, pero comenzaron las descargas eléctricas; primero, relámpagos entre las nubes, luego, rayos que caían a tierra, que podían ser observados delante de la patrulla, a una distancia aproximada de 1 km. Esta situación obligó a adoptar nuevas medidas de seguridad durante la marcha, aumentando la distancia entre los integrantes de la patrulla. Aproximadamente a las 16.00 horas, la patrulla se encontraba marchando en el tramo final de la ruta con el PTM a la vista y la tormenta eléctrica continuaba con rayos a tierra y más cerca de la ruta de marcha (aprox. a 500 m).
- En este tramo final, dos integrantes de la patrulla fueron alcanzados por un rayo. El primero recibió una descarga eléctrica directa que le produjo parálisis momentánea de su cuerpo y quemaduras de 2.º y 3.º grado en ambos brazos, espalda, cadera y tobillos; el segundo recibió una descarga eléctrica indirecta (corriente de tierra), y perdió momentáneamente el sentido. El rayo que golpeó a los dos afectados los dejó a unos metros del sendero de marcha (expulsados por el golpe eléctrico), y los otros integrantes de la patrulla lograron ver el accidente porque marchaban más atrás en la columna.
- El personal que no fue afectado comenzó a revisar el estado de salud de ambos, y a verificar los signos vitales y las lesiones externas sufridas (quemaduras). El oficial al mando organizó la evacuación de los heridos hasta los vehículos, mientras se comunicaba con el escalón superior para informar del accidente y solicitar apoyo médico especializado (se empleó un teléfono satelital).
- Se evacuó a los heridos hasta el vehículo de apoyo y toda la patrulla comenzó el descenso motorizado hasta el pueblo de Farellones. En ese lugar hubo contacto telefónico y la patrulla debió continuar el descenso por el camino de Farellones hasta tener contacto con las ambulancias del Hospital Militar, que habían iniciado la aproximación para realizar la atención de urgencia en terreno.

- Una vez producido el contacto con la patrulla, el personal médico constató las quemaduras sufridas en el cuerpo de un herido y, además, se verificó que el otro afectado a pesar de la descarga eléctrica sufrida, no tenía lesiones evidentes. Posteriormente, fueron trasladados al servicio de urgencia del Hospital Militar, con la finalidad de ser evaluados por especialistas.



- Un aspecto importante de destacar, de acuerdo con lo señalado por el equipo médico del HOSMIL que atendió al herido por quemaduras, se refiere a la decisión del oficial a cargo de la patrulla de no retirar el vestuario hasta haber tenido contacto con las ambulancias, ya que esta acción podría haber agravado aún más las quemaduras con el riesgo cierto de infección, ya sea por el roce con el cuerpo o la exposición directa con el aire.

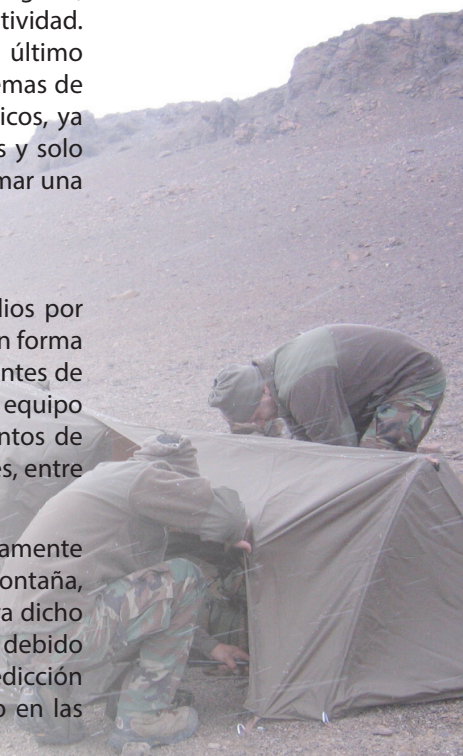
C. ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN

1. Planificación.

- Para la planificación del entrenamiento aventura se empleó el proceso de apreciación militar para unidades menores conocido como PCT (procedimiento de conducción de tropas), que incluyó reconocimientos por la carta, análisis de los informes meteorológicos y la elaboración de una orden preparatoria (WARNO) y una orden aislada (FRAGO), documentos que permitieron el alistamiento de la patrulla (personal y medios) y el desarrollo de la actividad.
- Como el entrenamiento aventura es ejecutado por personal profesional, se consideró una exposición detallada de todas las actividades previstas, con la finalidad de que cada integrante pudiera ejercer el control de los acontecimientos y reaccionar oportunamente en caso de ocurrir cualquier situación anómala. En este sentido, se consideró una exposición de la FRAGO a todo el personal y la exigencia de que cada cual llevara una carta topográfica graficada (ruta de marcha y medidas de coordinación) y una brújula y/o GPS, en condiciones de encontrar la ruta de marcha y/o los puntos de control en caso de extravío.
- La planificación consideró la posibilidad de extender el entrenamiento producto de las malas condiciones atmosféricas propias de esta época del año (posibilidad más peligrosa). Además, el riesgo asumido incluyó accidentes tales como: hipotermia, principio de congelamiento en extremidades, fracturas por caídas, esguinces, y otras lesiones menores; sin embargo, no existió ninguna preparación que considerara acciones por seguir en caso de tormentas eléctricas y específicamente, en caso de ser impactados por un rayo.
- Teniendo en cuenta el grado de confiabilidad de los informes meteorológicos, se consideró la información de último momento antes de iniciar la actividad. A pesar de que la confiabilidad ha mejorado notablemente en el último tiempo, gracias a la utilización de los satélites y los modernos sistemas de comunicación, aún quedan algunas inseguridades en los pronósticos, ya que no son infalibles. La mayoría de los pronósticos son correctos y solo de vez en cuando un pronóstico poco acertado puede inducir a tomar una decisión errónea.

2. Preparación del entrenamiento.

- La planificación incluyó la preparación del personal y de los medios por emplear. Respecto del personal, se consideró la preparación física en forma previa, lo que depende de las condiciones evaluadas en los integrantes de la patrulla. Respecto de los medios, se refiere a la obtención del equipo individual conforme a cada integrante, a la adquisición de elementos de primeros auxilios, alimentación, baterías para GPS y radios portátiles, entre otros aspectos.
- El equipo empleado en el entrenamiento debe corresponder exactamente a la actividad planificada. En este caso a un entrenamiento en montaña, por tanto, todo el equipo individual considerado fue específico para dicho escenario. El informe meteorológico es una buena referencia, pero debido al porcentaje de errores que actualmente tiene el sistema de predicción (aprox. un 15%), se consideró todo el equipo necesario pensando en las peores condiciones atmosféricas (posibilidad más peligrosa).



- En este sentido, se solicitó equipo especial de montaña tomando en cuenta la altitud del campamento base y las condiciones específicas de la ascensión. Sin embargo, y a pesar de toda la preparación previa, el personal no tenía práctica del armado de las carpas (nuevo modelo tipo iglú), situación que se dificultó cuando la patrulla llegó al campamento base y tuvo que armarlas al inicio de una nevada.
- Respecto del apoyo logístico, se consideró la alimentación específica de acuerdo con el consumo energético del personal y al tipo de actividad. En este caso, los cálculos logísticos incluyeron malas condiciones atmosféricas y la probabilidad de que el entrenamiento se extendiera un par de días (posibilidad más peligrosa). La patrulla contaba con elementos de emergencia, aspecto que incluía alimentación (raciones), pilas de repuestos y elementos de primeros auxilios, entre otros.



3. Comunicaciones.

- El empleo de teléfono satelital en este escenario permitió establecer los enlaces y coordinar oportunamente la evacuación y atención de urgencia de los heridos. A pesar de que las lesiones no fueron fatales, la oportunidad en la atención de las quemaduras sufridas por un herido permitió ayudar a su pronta recuperación.
- El uso de equipos de radio portátiles permitió el enlace permanente entre los integrantes de la patrulla; tanto en la ruta de marcha, como entre el campamento base y la cumbre durante la ascensión. Una vez que el tiempo atmosférico empeoró, los equipos permitieron mantener el enlace entre los integrantes de la patrulla, a pesar de no tener visibilidad.

4. Doctrina de técnica de montaña.

- Como la actividad de entrenamiento aventura fue en montaña, la patrulla fue integrada por personal especialista, calificado para esta actividad en el nivel 3 "monitor" y 4 "experto". Este personal conocía la teoría vigente de los manuales específicos de la especialidad (MDO-90604, "Técnica de Montaña" y MDO-90607, "Primeros Auxilios en Montaña", ambos de edición 2009) y, además, contaban con la experiencia asimilada a través de sus años como instructores y comandantes.
- Teniendo en cuenta que este tipo de fenómeno (tormenta eléctrica) es poco frecuente en nuestra cordillera central, sí existen durante la época de primavera y verano algunas ocasiones en que las masas de aire cálido ingresan por los valles y chocan con las masas de aire frío cordillerano; además, son más frecuentes sobre los 2.000 msnm en los tramos de la zona norte y central, y sobre los 1.200 msnm en la zona sur.
- Para las actividades de entrenamiento en montaña, cuando la patrulla es sorprendida por una tormenta eléctrica y la presencia de rayos a tierra es menor de 5.000 metros (respecto de la patrulla), la experiencia indica que por seguridad se debe detener la actividad y proteger al personal, conforme con las sugerencias que se entregan al final de este trabajo.





A. Planificación.

- Una actividad de entrenamiento aventura debe ser planificada, empleando la misma metodología y con el grado de detalle que requiere una operación militar. Para el caso de actividades en montaña se debe considerar la posibilidad más peligrosa, aquella que producto de las malas condiciones atmosféricas, propias de la época del año, obliguen a extender el entrenamiento o señalen la probabilidad de tormentas eléctricas.
- Además, es necesario agregar durante el proceso del PCT antecedentes y variables propias del escenario de montaña, como se señala:
 - √ Perfil de marcha del lugar de empleo: permite proyectar los probables lugares de descanso o vivac, ya sean estos planificados o de emergencia; además, este cálculo gráfico permite identificar los lugares que exigirán un mayor esfuerzo del personal producto de la pendiente de la ruta de marcha.
 - √ Cálculo de itinerario del lugar de empleo: permite proyectar la duración de la marcha, por tramos, de acuerdo con el equipo (peso) y entrenamiento del personal (capacidad física), permitiendo planificar el esfuerzo del personal en conjunto con los antecedentes del perfil de marcha.
 - √ Antecedentes locales del tiempo atmosférico: es necesario recolectar esta información del personal con experiencia previa en la zona, o lugareños, con el fin de determinar los posibles escenarios por enfrentar durante el entrenamiento. Además, existen en Internet algunas páginas que entregan antecedentes del clima y terreno, para complementar la información requerida, como se indica:
 - Google Earth: antecedentes del terreno.
 - Meteochile.cl: antecedentes generales del clima.
 - Accuweather.com: antecedentes locales del tiempo atmosférico.
 - Snowforecast.com: antecedentes locales del tiempo atmosférico.
- Los informes meteorológicos deben ser actualizados permanentemente. Para el caso de una actividad de entrenamiento en montaña existen 2 situaciones: si la actividad tiene una duración de hasta 48 horas, se debe actualizar la información meteorológica hasta el momento de iniciar el entrenamiento; o, por otra parte, si la actividad tiene una duración mayor a 2 días es necesario que los informes meteorológicos sean actualizados durante el entrenamiento.
- Los comandantes o expertos al mando de una actividad de entrenamiento aventura, deben prever en la planificación de que el entrenamiento puede abortarse, para lo cual deben planificar las condicionantes y las acciones que se deberían adoptar, ya sea durante la ruta de marcha, en los campamentos o en la aproximación a la cumbre, como se indica:
 - √ Tiempo atmosférico adverso (tormentas, avalanchas, viento blanco, etc.).
 - √ Problemas en el personal (agotamiento extremo, heridos, lesionados, etc.).
 - √ Problemas en el equipo (pérdidas, deterioros, etc.).

- El conocimiento del medio (montaña) debe ser la primera preocupación del comandante o experto al mando al planificar el entrenamiento. Para controlar los peligros objetivos que existen en este escenario, debemos ser conscientes de su existencia y de cómo nos pueden afectar, para tenerlos en cuenta tanto en la planificación previa a la actividad, como durante la misma y analizar cada situación imprevista para evitar o minimizar la posible amenaza.
- Por lo tanto, el conocimiento profundo de la montaña es tan importante como conocer nuestras propias limitaciones y las del resto del equipo o patrulla. Hay que ejercer un crítico autocontrol de las posibilidades del grupo. La decisión de regresar no es fácil, pero nunca debemos menospreciar la montaña, siempre es infinitamente más poderosa.



B. Entrenamiento.

- Las actividades de preparación deben incluir al personal y los medios. Respecto del personal debe existir una evaluación del actual estado físico y de acuerdo con las exigencias del entrenamiento, se deben elaborar y ejecutar planes específicos que permitan alcanzar los estándares requeridos para dicha actividad. Se deben exigir exámenes médicos para aquellas situaciones dudosas, especialmente cuando el personal no tiene actividades físicas periódicas o tiene muestras de sobrepeso (los parámetros levemente alterados en la llanura, se agravan notoriamente con la altura).
 - Respecto de los medios, se debe emplear el material necesario y específico conforme con el tipo de entrenamiento aventura. No se debe utilizar equipo defectuoso o material que no ofrezca seguridad para el personal. Además, el personal participante en el entrenamiento debe conocer el equipo individual y colectivo que será empleado en la actividad, especialmente para detectar problemas de equipamiento en el personal o mal funcionamiento en el material, en forma previa a dicha actividad.
 - En este sentido, en el caso de que la patrulla esté conformada por personal no especialista en montaña, es necesario desarrollar una semana de entrenamiento previo, que incluya las técnicas básicas en montaña y el conocimiento del vestuario y equipo que se utilizará, todo lo cual debe terminar con una revista y ensayos por parte del especialista o experto al mando.
 - En la semana de entrenamiento es necesario practicar, además, los planes de contingencia que se proponen (dependerá del personal, del tipo de ascensión, de la duración, de las condiciones atmosféricas, etc.):
- √ Acciones ante pérdida de contacto o fallas en los enlaces, tanto con la base o dentro de la patrulla.
 - √ Procedimientos de atención y/o evacuación ante heridos o lesionados (leves y graves), incluyendo instrucción de primeros auxilios conforme con las HBCs.
 - √ Procedimientos ante tormentas (eléctricas, viento blanco, granizos, otras).
 - √ Procedimientos ante avalanchas (si corresponde).
 - √ Procedimientos ante pérdida de vestuario y equipo individual, o pérdida de equipo especial (técnico y de apoyo).

C. Comunicaciones.

- El empleo de equipos de comunicaciones debe ser el adecuado al tipo de actividad y de escenario, de tal forma que asegure un enlace eficiente entre los integrantes de la patrulla y con el exterior (base).
- Asimismo, durante la planificación del entrenamiento, la posibilidad de enlace en un aspecto que incide favorablemente en la evaluación del riesgo.



D. Mando y liderazgo.

- La cartilla que regula este tipo de actividades lo señala (CDIE - 90001, "Entrenamiento Aventura", ed. 2009), pero los hechos demostraron que una actividad en montaña requiere designar personal en un nivel 4 "experto" a cargo de dicho entrenamiento. La experiencia acumulada por el personal especialista es valorada, justamente, cuando se ve sometida a situaciones de riesgo o ante un accidente, y debe adoptar decisiones oportunas y adecuadas a la situación.



III. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones de seguridad son el resultado de las experiencias obtenidas en actividades de montaña y a través de años de investigación sobre seguridad en montaña de la Asociación Alpina Alemana², y la Escuela Madrileña de Alta Montaña³. Es necesario destacar que ambas instituciones son un referente para las actividades de montaña en Europa (Alpes).

A. Precauciones ante malas condiciones meteorológicas.

- La meteorología es el estudio de los fenómenos que ocurren en la atmósfera y la previsión de estos es uno de los principales problemas en el buen desarrollo y seguridad del entrenamiento aventura en montaña. Si somos sorprendidos por una tormenta eléctrica, pasaremos por una desagradable y peligrosa experiencia.
- La predicción meteorológica, a pesar de la aplicación de la moderna tecnología, no ofrece seguridad absoluta; es por ello que la previsión del tiempo debe ser una preocupación de seguridad en las actividades de montaña. Dentro de los instrumentos disponibles para medir las condiciones del tiempo, encontramos el barómetro y el altímetro.
- El barómetro es el instrumento utilizado para medir la presión atmosférica, es decir, el peso de la atmósfera sobre un punto específico. El altímetro, por otra parte, es en esencia un barómetro al que se le aplica una escala de altitudes, teniendo en cuenta que la presión atmosférica disminuye lógicamente con la altura. Para la observación y predicción meteorológica hay que considerar dos parámetros:
 - √ Subida o bajada de la presión.
 - √ Velocidad con la que se producen estas variaciones.
- En forma general, la llegada de un frente nuboso coincide con una bajada de la presión atmosférica y una subida de esta con el final de la perturbación. Un descenso del barómetro (o subida del altímetro) con buen tiempo, anuncia un empeoramiento de las condiciones y una subida (o bajada del altímetro) con mal tiempo, es síntoma de mejores condiciones atmosféricas.
- Los siguientes indicativos nos ayudarán a interpretar los cambios indicados en el barómetro, como se indica:
 - √ La bajada súbita (en pocas horas), aunque sea débil, indica una perturbación próxima de corta duración (tormenta). Si el descenso es considerable, presagia una tempestad.
 - √ La bajada lenta, regular y pronunciada del barómetro (a lo largo de un día o más) indica un período largo de mal tiempo, siendo tanto más acentuada la perturbación cuanto mayor sea el descenso (temporal).
 - √ Un alza brusca con bajas temperaturas, es presagio de buen tiempo. Si la subida es considerable y prolongada, se puede contar con varios días de buen tiempo.

² Schuber, Pit. "Seguridad y Riesgo, análisis y prevención de accidentes de escalada", Ed. Desnivel, Madrid, 2001.

³ Murcia, Máximo. "Prevención, Seguridad y Autorrescate en Montaña", Ed. Desnivel, Madrid, 2001.

- ✓ En la llanura, en los días de calma de verano, el barómetro baja uno o dos milibares al mediodía y sube al atardecer. En la montaña, por el contrario, con tiempo estable, el barómetro sube un par de milibares al mediodía y si se registra lo contrario, es señal de perturbaciones en progreso.
- ✓ Junto con la observación del barómetro, se deben estudiar los cambios de dirección del viento. Cuando la dirección del viento cambia en el sentido de las agujas del reloj y el barómetro sube, es señal de buen tiempo. Cuando cambia en sentido contrario y el barómetro desciende, es signo de mal tiempo.



- Por otra parte, la atenta observación de los indicios naturales (son variables dependiendo de la zona y su microclima), junto con el barómetro, pueden ayudarnos en un entrenamiento prolongado en la montaña para hacer nuestros propios pronósticos locales de corto plazo. Todos los indicios que nos ofrece una atenta observación son de gran ayuda VISTOS EN SU CONJUNTO, ya que aisladamente nos pueden llevar a falsas interpretaciones.

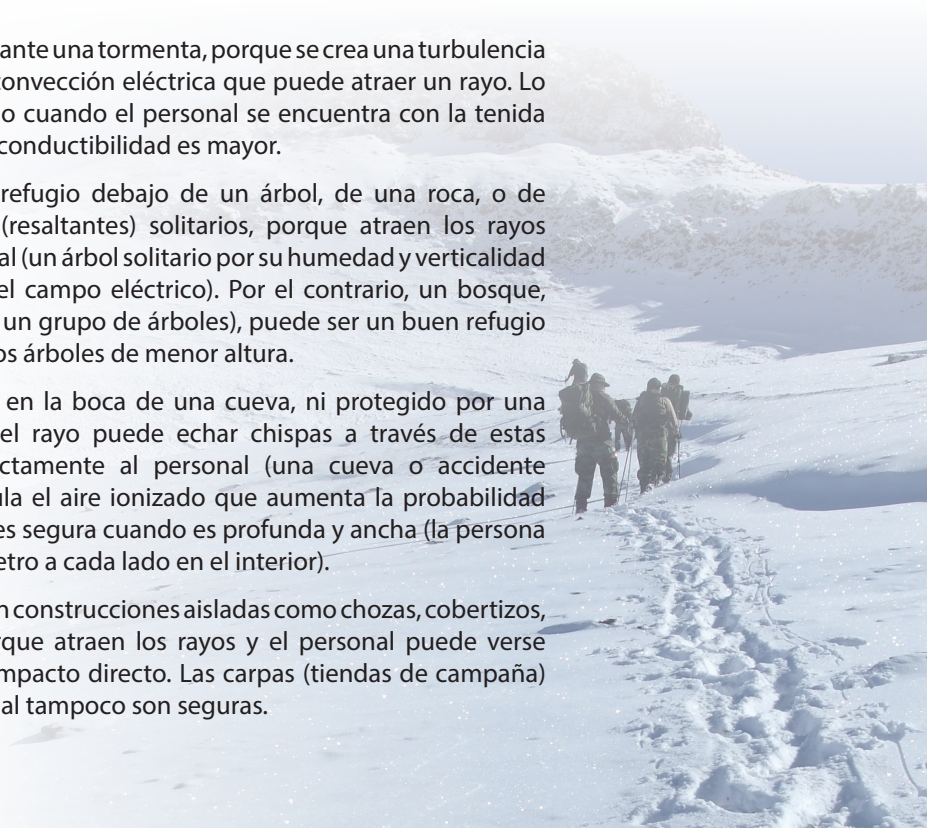
B. Algunos datos sobre las tormentas eléctricas.

- Como la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, para determinar la distancia a la que caen los rayos, se debe contar el número de segundos entre el destello del rayo y el próximo estampido del trueno, y dividir este número entre tres. El resultado estará dado en kilómetros.
- Durante una tormenta eléctrica, cada rayo nube-tierra puede matar. Además del rayo que se ve en el aire, la corriente asociada con la descarga del rayo viaja por la tierra. Aunque algunos son afectados directamente por el rayo principal, muchos otros son afectados por los movimientos de la corriente de tierra.
- Pueden ocurrir solas, en grupos, o en líneas; las condiciones del tiempo más severas ocurren cuando una sola tormenta eléctrica afecta un lugar durante un tiempo extenso.
- Normalmente, producen fuertes lluvias por un breve período que puede variar desde 30 minutos hasta una hora, y las condiciones cálidas y húmedas son muy favorables para su desarrollo.
- Se clasifican como severas, si produce granizo (por lo menos 2 cm de diámetro), y tiene vientos de 90 km/h o más.
- Los rayos pueden caer hasta 15 km del área de la lluvia en una tormenta eléctrica, pero a esa distancia puede ser difícil darse cuenta de que se acerca una tormenta. El primer rayo puede ser tan mortal como el último.

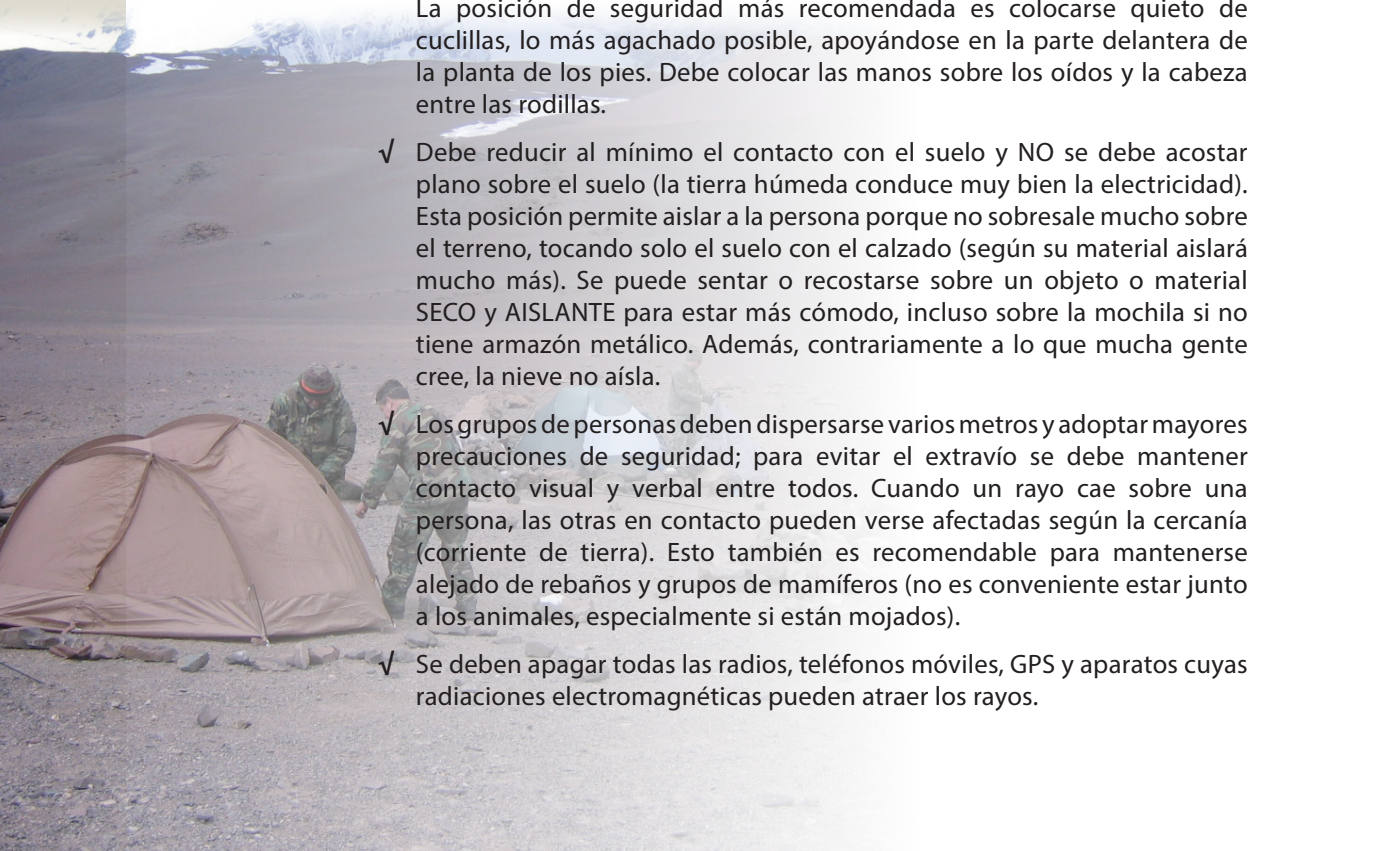
- Se debe usar la regla 30-30 si la visibilidad es buena y no hay nada que obstruya la visualización de la tormenta. Cuando vea un rayo, se debe contar el tiempo que tarda en oír el trueno. Si el tiempo es de 30 segundos o menos, la tormenta eléctrica está a unos 10 km de distancia y es peligrosa.
- Se debe buscar refugio de inmediato. La amenaza de rayo continúa durante un período mucho más largo de lo que la mayoría de la gente cree. Se debe esperar, al menos, 30 minutos después del último trueno antes de salir del refugio.
- Por norma general un objeto cubre el doble de distancia a la redonda que su altura; es decir, si un cuerpo mide 10 m, todos los rayos que caigan en un radio de 20 m caerán generalmente sobre él.

C. ¿Cómo cuidarse de las tormentas eléctricas en actividades de entrenamiento aventura en montaña?

- Las experiencias que existen sobre este tema obligan a tener en cuenta las siguientes normas de seguridad para disminuir la posibilidad de ser alcanzados por un rayo.
- Si frente a una nube cargada positivamente hay algún objeto que sobresalga de manera destacable, el campo eléctrico en torno a esta elevación se verá reforzado. Dicha elevación puede favorecer la ionización del aire y, de este modo, producirse una descarga. La sabiduría popular tiene razón: atraen los rayos.
- Cualquier punto que sobresalga sobre el resto a su alrededor está especialmente expuesto a los rayos, sobre todo las cumbres, grandes bloques de roca, elevaciones en las aristas, etc. En un área de 15 m próxima a cualquier punto de este tipo, el riesgo de caída de un rayo es diez veces mayor que a 100 m de distancia.
- **En caso de encontrarse en terreno abierto, sin posibilidad de un refugio:**
 - ✓ NUNCA se debe correr durante una tormenta, porque se crea una turbulencia en el aire y una zona de convección eléctrica que puede atraer un rayo. Lo anterior aumenta el riesgo cuando el personal se encuentra con la tenida (ropa) mojada, porque la conductibilidad es mayor.
 - ✓ NUNCA se debe buscar refugio debajo de un árbol, de una roca, o de elementos prominentes (resaltantes) solitarios, porque atraen los rayos como un pararrayos natural (un árbol solitario por su humedad y verticalidad aumenta la intensidad del campo eléctrico). Por el contrario, un bosque, aunque sea pequeño (no un grupo de árboles), puede ser un buen refugio al protegerse debajo de los árboles de menor altura.
 - ✓ NUNCA se debe refugiar en la boca de una cueva, ni protegido por una saliente rocosa, porque el rayo puede echar chispas a través de estas aberturas y afectar directamente al personal (una cueva o accidente geográfico similar acumula el aire ionizado que aumenta la probabilidad de descarga). Una cueva es segura cuando es profunda y ancha (la persona debe tener mínimo un metro a cada lado en el interior).
 - ✓ NUNCA se debe refugiar en construcciones aisladas como chozas, cobertizos, refugios, entre otras, porque atraen los rayos y el personal puede verse afectado en caso de un impacto directo. Las carpas (tiendas de campaña) que tienen forma piramidal tampoco son seguras.



- ✓ Evitar mantenerse y alejarse de terrenos abiertos y despejados, porque las personas pasan a ser lo más sobresaliente del terreno y automáticamente se convierten en un pararrayos, por lo que pueden ser alcanzados directamente por una descarga. En este sentido, todo lugar prominente y aislado, está más expuesto a recibir los rayos que los terrenos llanos.
- ✓ Evitar mantenerse con el equipo metálico, se debe deshacer de todo material como piolets, bastones, mochilas con armazón, entre otros, y dejarlo agrupado a más de 30 m de distancia. Los rayos aprovechan su buena conducción y esto aumenta en la medida que el volumen del equipo sea mayor.
- ✓ Se debe alejar de objetos y elementos metálicos como: alambradas, tuberías, líneas telefónicas, instalaciones eléctricas, rieles de ferrocarril, vehículos, maquinaria, torres de alta tensión, torres de andariveles, entre otros, porque atraen los rayos. La cercanía (proximidad) con grandes objetos metálicos es peligrosa, incluso cuando la persona no está en contacto con ellos, porque la onda de choque producida por el rayo calienta de sobremanera el aire (puede producir lesiones en los pulmones); o el impacto del rayo en el suelo puede afectar al personal debido a la corriente de tierra.
- ✓ Evitar mantenerse y alejarse de zonas con agua, como ríos, arroyos, quebradas, lagunas, lagos, pozos, charcos, entre otras (evitar el contacto), porque estas zonas atraen los rayos y, además, son excelentes conductores eléctricos. Si el personal se encuentra dentro del agua, lo afectaría gravemente un impacto directo; si se encuentra cerca, lo afectaría la corriente de tierra.
- ✓ Si una persona siente un cosquilleo en el cuerpo o tiene el pelo electrizado (se eriza el cabello), o ve brillar y echar chispas un objeto de metal, SE DEBE AGACHAR INMEDIATAMENTE porque la descarga de un rayo es inminente. La posición de seguridad más recomendada es colocarse quieto de cuclillas, lo más agachado posible, apoyándose en la parte delantera de la planta de los pies. Debe colocar las manos sobre los oídos y la cabeza entre las rodillas.
- ✓ Debe reducir al mínimo el contacto con el suelo y NO se debe acostar plano sobre el suelo (la tierra húmeda conduce muy bien la electricidad). Esta posición permite aislar a la persona porque no sobresale mucho sobre el terreno, tocando solo el suelo con el calzado (según su material aislará mucho más). Se puede sentar o recostarse sobre un objeto o material SECO y AISLANTE para estar más cómodo, incluso sobre la mochila si no tiene armazón metálico. Además, contrariamente a lo que mucha gente cree, la nieve no aísla.
- ✓ Los grupos de personas deben dispersarse varios metros y adoptar mayores precauciones de seguridad; para evitar el extravío se debe mantener contacto visual y verbal entre todos. Cuando un rayo cae sobre una persona, las otras en contacto pueden verse afectadas según la cercanía (corriente de tierra). Esto también es recomendable para mantenerse alejado de rebaños y grupos de mamíferos (no es conveniente estar junto a los animales, especialmente si están mojados).
- ✓ Se deben apagar todas las radios, teléfonos móviles, GPS y aparatos cuyas radiaciones electromagnéticas pueden atraer los rayos.



✓ Un lugar recomendado para refugiarse a la intemperie durante una tormenta, es un vehículo cerrado (no descapotable). Una vez dentro, se debe apagar el motor, bajar la antena de la radio y desconectarla, cerrar las ventanillas y las entradas de aire. Aunque caiga un rayo en el vehículo, este se cargará solo por el exterior mientras que el interior quedará intacto. Aunque la persona puede ser lesionada si el rayo cae sobre el vehículo, está más seguro dentro que fuera. Para evitar una lesión es recomendable no estar en contacto con ningún cuerpo metálico dentro del vehículo. Los camiones militares son seguros solo en la cabina del conductor.

- **En caso de protegerse dentro de una carpa (campamento):**

✓ El hombre tiene la necesidad de protegerse frente a las malas condiciones atmosféricas (lluvia, granizo o nieve), y normalmente hará uso de su carpa, pero podría resultar peligroso cuando: sea un modelo de mástiles o soportes fijos; la entrada de la carpa esté muy mojada por la lluvia o granizo; los mástiles o soportes sean plastificados, evitando que el rayo sea conducido a tierra.

✓ Para tener mayor seguridad de debería contar con una carpa modelo iglú; soportes flexibles según la forma; soportes enterrados y sin aislantes; todo lo cual permitirá la posibilidad que la descarga sea derivada sin peligro para las personas en el interior.

- **En caso de encontrarse en un refugio o cabaña:**

✓ Se deben cerrar puertas y ventanas para evitar corrientes de aire (idealmente, cerrarlas con tapas de madera por fuera), ya que aumenta la conductividad y la atracción de los rayos; además, se debe mantener alejado de puertas y ventanas para evitar lesiones mayores, en caso que un rayo impacte el refugio.

✓ Se debe alejar de la chimenea y NO hacer fuego en ella o apagarlo si está encendido. De las chimeneas asciende aire caliente cargado de iones, lo que aumenta la conductividad del aire abriendo un camino para las descargas eléctricas y actuando como un pararrayos.

✓ No se debe asomar al balcón o ventanas abiertas para observar la tormenta, porque podría ser alcanzado por un rayo.

✓ Se deben desconectar los electrodomésticos, los aparatos eléctricos y la toma de antena de televisión, ya que el rayo puede entrar por los conductos de electricidad y TV, causando daños o la destrucción de estos objetos.

✓ Se debe evitar el uso de un teléfono alámbrico, excepto en caso de emergencia. Los teléfonos inalámbricos y celulares se pueden emplear.

✓ Se debe evitar que una persona tome un baño de ducha, porque las cañerías y las piezas del baño pueden conducir electricidad.

✓ Una buena manera de aislarse dentro del refugio es sentarse en una silla que no sea de metal, apoyando los pies en la mesa u otra silla tampoco metálicos. Lo mejor es tumbarse en una cama o litera, más aún si son de madera.



IV. LECCIONES APRENDIDAS

A. En la planificación y ejecución del empleo de unidades en montaña deben considerarse las medidas destinadas a prevenir y minimizar los efectos de las tormentas eléctricas.

B. Se deben considerar las tormentas que se presentan bajo los 2.500 msnm, en forma de aguaceros, obligando a mantener a cubierto a la tropa y ganado. En algunas ocasiones precipita granizo de espesor escaso y que desaparece en corto tiempo, pero la temperatura baja notablemente.

C. Por sobre los 3.000 msnm son más frecuentes y se presentan en forma repentina, por cambio brusco en las condiciones atmosféricas. Se desarrollan vientos muy fuertes, las precipitaciones van acompañadas de truenos y relámpagos, la lluvia con que normalmente se inicia, puede transformarse en granizo o nieve. La temperatura baja repentinamente para luego mantenerse. Puede preverse por indicios evidentes, sin embargo, son más seguros los antecedentes meteorológicos registrados con instrumental técnico o proporcionados por una estación meteorológica.

D. Las nubes con características de tormenta, formadas por masas de aire ascendente, son fácilmente reconocibles porque presentan la parte superior plana, ya que el aire ascendente, al alcanzar los 0°, se transforma en pequeñas partículas de hielo rodeadas por una película de agua. La partícula de hielo en sí está cargada negativamente, mientras que el agua que la rodea es positiva, con la aceleración del constante movimiento de rotación de partículas, estas se separan manteniendo su carga, las gotas de agua son impulsadas hacia arriba con su carga positiva, mientras el hielo es impulsado hacia abajo, de esta manera se produce la tensión eléctrica. Si la tensión supera la capacidad aislante del aire se produce una descarga mediante un rayo, que iguala la diferencia de cargas, desapareciendo la tensión.

E. Uno de los principales peligros que presentan las tormentas son los rayos que se manifiestan por descargas entre nubes de distinta carga eléctrica o entre estas y la tierra. El aire es un buen aislante pero si se ve expuesto a un intenso campo eléctrico se ionizará, aumentando su conductibilidad. La carga depende en gran medida de la situación meteorológica; mientras en el suelo, el reparto de carga es mayormente negativo, en la atmósfera, es positivo. Si se forman masas de aire inestable que se enfrían con la elevación, el aire húmedo en la altura refuerza la diferencia de cargas y al crecer la tensión eléctrica se llega a la formación de tormentas con rayos.

F. Si la tropa es sorprendida por una tormenta se debe vivaquear. Para prevenir ser afectados por rayos, las carpas deben ser armadas alejadas de árboles, cursos de agua, picos y crestas rocosas muy pronunciadas, evitando también cumbres, extraplomos, boca de cuevas, árboles aislados, tampoco se deben portar equipos metálicos o de grafito, crampones, mochilas con armazones, piolets u otros elementos metálicos.

Estas lecciones aprendidas se encuentran incluidas en la doctrina institucional mediante su incorporación en el Manual MDO-90604 "Técnica de Montaña", ed. 2015 y el Manual MDO-90607 "Primeros Auxilios en Montaña", ed. 2015.

1. Peligros de un empeoramiento meteorológico

- En la montaña, los empeoramientos meteorológicos son temidos por dos razones principales: primero, porque el terreno -ya sea un sendero o una vía de escalada- se torna bruscamente más difícil; y segundo, por la mayor probabilidad de sufrir hipotermias y congelamientos, los que son provocados por una combinación de viento, humedad y descenso brusco de la temperatura. Las reservas corporales se gastan con mayor rapidez, por lo que el agotamiento y el enfriamiento aparecen prácticamente al mismo tiempo.
- ¿Quién comienza una actividad de entrenamiento en montaña con lluvia, granizo o nieve? Por el contrario, es mucho más difícil regresar cuando se ha comenzado con buen tiempo y este empeora durante la marcha. Si no se tuvo acceso al informe meteorológico y se desconoce la situación general, normalmente se considerará que las malas condiciones corresponden a un empeoramiento momentáneo, lo que será un error.

2. ¿Qué es una tormenta eléctrica?

- Una tormenta eléctrica se forma a partir de una combinación de humedad, aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar aire, como un frente frío y caliente o una brisa marina. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos.
- Pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas, por ello es posible que varias tormentas eléctricas afecten una localidad en el transcurso de unas cuantas horas. Algunas de las condiciones meteorológicas más inclementes ocurren cuando una sola tormenta eléctrica afecta un lugar durante un período prolongado.



Fig. 2. Tormenta eléctrica.

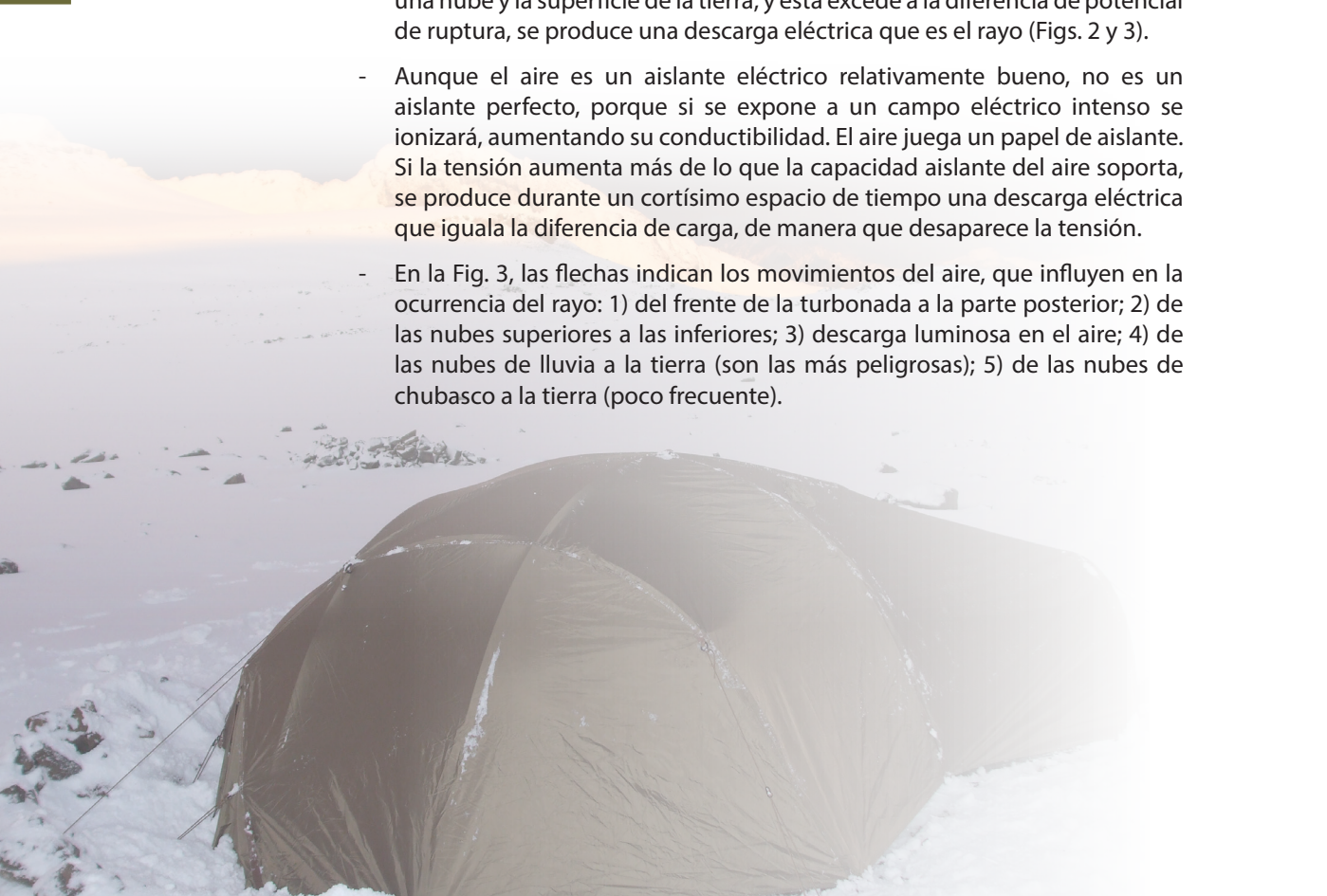
- La Organización Meteorológica Mundial la define como “una o varias descargas bruscas de electricidad atmosférica, que se manifiestan por un destello breve e intenso (relámpago) y por un ruido seco o un retumbo sordo (trueno)”(Fig. 2).
- Las tormentas eléctricas están fuertemente asociadas a los sistemas productores de lluvia, que, en definitiva, caracterizan el estado del tiempo. Su variabilidad repercute sobre las actividades que desarrollen las unidades, de ahí la necesidad por conocer con la mayor exactitud las variaciones regulares, su comportamiento y distribución tanto espacial como temporal. Algunos impactos negativos que producen las tormentas eléctricas son los incendios forestales, daños en los aparatos electrónicos, incluso pueden causar la muerte de animales o personas, si la descarga cae directamente o cerca de ellos.

3. ¿Cuál es el origen de una tormenta eléctrica?

- El calor latente liberado en la condensación del vapor de agua suministra gran cantidad de energía para la formación de las nubes convectivas productoras de chubascos y tormentas eléctricas. Estas nubes que se llaman cumulonimbus, caracterizadas por un gran desarrollo vertical (Fig. 3) dentro de las cuales es normal encontrar fuertes corrientes de aire, turbulencia, regiones con temperaturas muy inferiores a las de congelación, cristales de hielo y granizo.

4. ¿Cuál es el origen de una descarga eléctrica en la atmósfera?

- Cuando es más grande la diferencia de potencial eléctrico entre la parte superior de la nube y la parte inferior, o entre una nube y la próxima, o entre una nube y la superficie de la tierra, y esta excede a la diferencia de potencial de ruptura, se produce una descarga eléctrica que es el rayo (Figs. 2 y 3).
- Aunque el aire es un aislante eléctrico relativamente bueno, no es un aislante perfecto, porque si se expone a un campo eléctrico intenso se ionizará, aumentando su conductibilidad. El aire juega un papel de aislante. Si la tensión aumenta más de lo que la capacidad aislante del aire soporta, se produce durante un cortísimo espacio de tiempo una descarga eléctrica que iguala la diferencia de carga, de manera que desaparece la tensión.
- En la Fig. 3, las flechas indican los movimientos del aire, que influyen en la ocurrencia del rayo: 1) del frente de la turbonada a la parte posterior; 2) de las nubes superiores a las inferiores; 3) descarga luminosa en el aire; 4) de las nubes de lluvia a la tierra (son las más peligrosas); 5) de las nubes de chubasco a la tierra (poco frecuente).



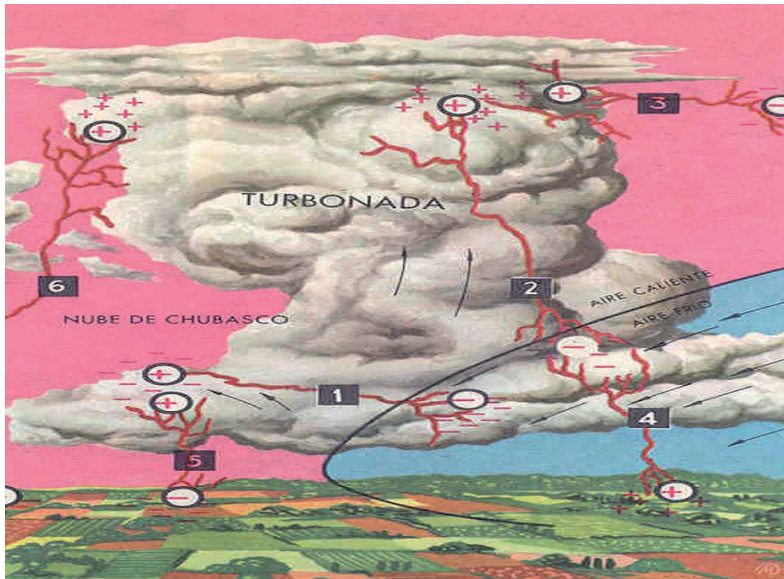


Fig. 3. Origen de una descarga eléctrica.

5. ¿Qué es un relámpago?

- Es el resplandor producido en las nubes por una descarga eléctrica. Al ser una descarga de tanta energía en tan poco tiempo, su única manifestación posible es en forma de luz.
- La diferencia de voltaje se debe sobre todo a las diferentes velocidades de ionización de los componentes de los gases que forman dichas nubes. La ionización de estos componentes se debe en sí misma al efecto de la luz solar y a la diferencia de temperaturas entre los distintos estratos de la nube, así como a la diferencia entre día y noche.
- Al igual que el rayo, el relámpago seguirá lo que se llama gradiente de voltaje o de potencial eléctrico; esto es, la línea recta más corta que une dos variaciones máximas de voltaje, dándole al rayo esa forma tan especial.

6. ¿Cómo se forma el relámpago?

- El primer proceso en la generación del relámpago es la separación de cargas positivas y negativas dentro de una corriente aérea ascendente, fuerte en estas nubes, acumulando así una carga de electricidad estática muy poderosa. Los cristales positivamente cargados tienden a ascender, lo que hace que la capa superior de la nube acumule una carga electrostática positiva. Los cristales negativamente cargados y los granizos caen a las capas del centro y del fondo de la nube, que acumula una carga electrostática negativa.
- El rayo también puede producirse dentro de las nubes de cenizas de erupciones volcánicas, o puede ser causado por violentos incendios forestales que generen polvo capaz de crear carga estática.

7. ¿Qué son los rayos?

- Los rayos son una descarga eléctrica que resulta de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una tormenta eléctrica. Se producen entre nubes de lluvia o entre una de estas nubes y la tierra. La descarga es visible con trayectorias sinuosas y de ramificaciones irregulares, a veces de muchos kilómetros de distancia, fenómeno conocido con el nombre de relámpago.

- Es así como el fenómeno rayo se presenta entre nube-nube, nube-tierra o tierra-nube a partir de un potencial eléctrico, entre dos puntos o zonas de influencia de diferente polaridad y distinto potencial, para compensar las cargas. La descarga busca el camino más corto (de menor resistencia eléctrica) entre nube y tierra, y de ahí que generalmente los rayos caigan sobre los puntos sobresalientes de la tierra (cerros, árboles, torres, etc.).

8. ¿Cómo se manifiestan los rayos?

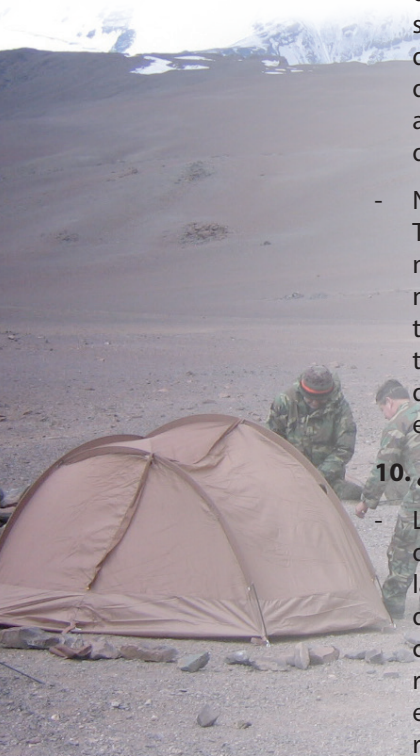
- La descarga eléctrica del rayo es acompañada por la emisión de luz (relámpago), causada por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire. Es así cuando el potencial eléctrico entre dos nubes o entre una nube y la tierra alcanza una magnitud suficiente, el aire se ioniza a lo largo de una trayectoria estrecha y se produce el destello de un relámpago.
- Generalmente, los rayos son producidos por partículas negativas por la tierra y positivas a partir de nubes de desarrollo vertical llamadas cumulonimbos. Las cargas positivas de la nube atraen a las cargas negativas, causando un relámpago y/o rayo. Esto produce un efecto de ida y vuelta, y se refiere a que al subir las partículas instantáneamente, regresan, causando la visión que los rayos bajan o caen a tierra.
- La electricidad (corriente eléctrica) que pasa a través de la atmósfera, calienta y expande el aire, produciendo el ruido característico del rayo, el trueno.

9. ¿Cómo nos pueden afectar los rayos?

- Es un mito que los rayos nunca caen dos veces en el mismo sitio. En realidad, los rayos caen varias veces en el mismo lugar en el transcurso de una descarga. Además, los rayos ocurren durante todas las tormentas eléctricas.
- La imposibilidad de predecir dónde caerán los rayos aumenta el riesgo para las personas y las actividades que realizan en terreno. Aunque los estudios demuestran que la mayoría de las víctimas de rayos sobreviven, las personas sobre las cuales ha caído un rayo a menudo reportan varios síntomas debilitantes y de largo plazo, tales como: pérdida de la memoria, déficit de atención, problemas del sueño, entumecimiento, mareos, rigidez en las articulaciones, irritabilidad, cansancio, debilidad, espasmos musculares y depresión.
- No solo los rayos que caen del cielo son peligrosos para el ser humano. También lo son los campos eléctricos subsiguientes al rayo visible, pues este no termina al entrar en contacto con el suelo. La descarga eléctrica entre la nube y la tierra sigue en todo momento el camino de la menor resistencia y teniendo presente que el agua tiene una resistencia eléctrica menor que la tierra, la descarga tiende a seguir las superficies mojadas. Las corrientes de descarga, aunque permanecen sobre la tierra menos tiempo que en el aire, están ahí, por ello hay que tenerlas en cuenta.

10. ¿Cuál es la intensidad de la descarga de un rayo?

- La intensidad de la descarga del rayo dependerá de la resistencia del aire que exista entre los dos puntos de transferencia de la carga, así como de la facilidad de transporte de la energía (conductibilidad), y de la capacidad de absorción o disipación de la zona de impacto en tierra. Por lo tanto, la carga eléctrica depende en gran medida de la situación meteorológica. Su resistencia varía proporcionalmente con la altura; también, variará según el grado de contaminación atmosférica, temperatura, humedad, presión y radiación.



- Por término medio, la intensidad de la corriente alcanza valores de 20.000 amperios. La velocidad del rayo se calcula entre 10.000 y 100.000 km/s y la temperatura en el canal central alcanza valores entre 10.000 y 30.000 grados centígrados.

11. ¿Cuál es el sentido de la descarga del rayo?

- Existen rayos que se producen desde la nube a la tierra (rayos negativos) y un porcentaje menor son descargas ascendentes de tierra a nube (rayos positivos), y el resto se presentan entre nube y nube o dentro de la misma nube. Las descargas de los rayos positivos (ascendentes) suelen ser de mayor intensidad y más destructivos que los negativos.
- Una vez formado el rayo no se puede garantizar la zona de impacto, porque la trayectoria suele cambiar radicalmente. Su impacto, además, no depende de la resistencia eléctrica del terreno.
- Los estudios de la densidad de impactos de rayos según el tipo de terreno, determinan el hecho de que el rayo puede afectar en cualquier lugar del suelo, independiente de su resistencia eléctrica (existen registros de impacto en las piedras, en tierra seca o húmeda, en las cumbres de las montañas, en las laderas y valles)(Fig. 4).



Fig. 4. Tormenta eléctrica.

12. ¿Cuál es el riesgo de ser alcanzado por un rayo?

- El cuerpo humano es una máquina bioeléctrica, polarizada eléctricamente y toda la actividad electromagnética del entorno le afecta. Cada impacto de rayo genera una radiación o pulso electromagnético peligroso para las personas; de esta manera, el cuerpo humano sufre cambios de sus ritmos biológicos normales, pudiendo ser afectado el sistema nervioso y cardiovascular.
- Recibir el impacto directo de un rayo es casi sinónimo de muerte, el cuerpo y especialmente el cerebro no están preparados para las quemaduras que produce; el cuerpo aumenta repentinamente en un grado su temperatura y el cerebro se ve fuertemente afectado a ese cambio; además, se produce un paro cardíaco y casi siempre un paro respiratorio debido al shock.

- Una persona a la que le ha caído un rayo no porta una carga eléctrica que pueda electrocutar a otras personas. Si la víctima está quemada, se deben administrar los primeros auxilios y evacuar al servicio médico de emergencia inmediatamente. Se deben buscar quemaduras donde el rayo entró y salió del cuerpo.
- Si el rayo provoca que el corazón y la respiración de la víctima se detengan, se debe administrar resucitación cardiopulmonar (CPR) hasta que sea atendida por los profesionales médicos.

13. ¿Cuáles son los efectos físicos más comunes?

- En el cuerpo humano, la electricidad de la descarga toma el camino de la menor resistencia; el rayo debería seguir principalmente la superficie de la piel, porque lo normal es que se encuentre más húmeda por el sudor, o mojada por la lluvia. Pero también el interior del cuerpo humano con sus órganos vitales, es recorrido por una parte del rayo, que suele dejar una señal en el lugar de salida y, en menor medida, en el de entrada.
- Junto a las marcas de quemaduras, como consecuencia de una caída más o menos directa de un rayo, pueden aparecer otras lesiones. Si el afectado tiene pulso y está respirando, se debe examinarlo para ver si tiene quemaduras en el lugar donde el rayo entró y salió del cuerpo. Estar alerta, también, para ver si tiene pérdida del sentido, daños en el sistema nervioso, alteraciones en el ritmo cardíaco, convulsiones, parálisis y otros trastornos neurológicos. Además:
 - Quemaduras en la piel.
 - Rotura del tímpano.
 - Lesiones en la retina.
 - Pérdida de la audición o la vista.
 - Caída al suelo por onda expansiva.
 - Caída al suelo por agarrotamiento muscular.
 - Lesiones pulmonares y lesiones óseas.
 - Huesos fracturados.
 - Estrés postraumático.
 - Muerte por: paro cardíaco, paro respiratorio, y/o lesiones cerebrales.



CENTRO DE LECCIONES APRENDIDAS
DIVISIÓN DOCTRINA

