

¿QUÉ SON LAS MONTAÑAS?

Las montañas y las tierras altas de más de 1.000 metros ocupan alrededor de una quinta parte de la superficie terrestre que emerge de los mares. Proporcionan soporte físico directo a una décima parte de la población humana e indirecto a más de la mitad de todos los seres humanos -unos 3.000 millones-, que reciben o extraen de las montañas agua, elementos combustibles, energía eléctrica, diversos minerales, productos alimenticios y medicinas.

Chile es un país de montañas

Basta que nos situemos en cualquier punto de nuestro territorio y siempre tendremos un monte a la vista. Aproximadamente el 80% del territorio chileno corresponde a zonas montañosas.

Chile emergió con la Cordillera de los Andes; se estima que el plegamiento andino se produjo a fines de la Era Secundaria, esto es, unos 100 millones de años atrás, formando un bloque continuo. A través de los milenios, los macizos se fueron transformando en suaves lomajes, interrumpidos por altos volcanes en actividad. En tiempos posteriores terminó el volcanismo, el cual se reinició en la Era Terciaria, 70 a 13 millones de años atrás, manteniéndose hasta nuestros días. Los trastornos tectónicos levantaron nuevamente la tierra a grandes alturas, con mesetas y valles entre las cordilleras de los Andes y de la Costa, a excepción de los desiertos del norte, donde la meseta intermedia se levantó junto con los cordones marítimos.

El ecosistema montañoso

¿Qué características principales explican lo que es una montaña?

Sin duda, la altitud y la pendiente. Pendientes que vencen desniveles para llegar a cumbres elevadas: eso es lo que hace a las montañas tan diferentes de las tierras bajas y de los valles.

Cuando ascendemos una montaña, la temperatura desciende un promedio de 0.5 grados centígrados por cada cien metros verticales. Es como si, desde el punto de vista climático, nos alejáramos en dirección al polo geográfico más próximo: por cada cien metros que nos elevamos en una montaña, el efecto sobre el clima es comparable a haber recorrido unos 150 kilómetros en línea recta hacia el sur, suponiendo que nos hallamos en el hemisferio sur. Por lo tanto, una gran montaña viene a representar una especie de "concentración" de las diferentes bandas climáticas latitudinales que se reconocen en el globo terrestre.

El amplio espectro climático de una gran montaña se diversifica aún más debido a otros factores como la orientación y los trazos grandes y pequeños del relieve (barrancos, laderas, valles, formaciones rocosas, precipicios) que condicionan la existencia en las montañas de una enorme gama de microclimas que suponen otros tantos entornos, aptos para la vida de un rico abanico de plantas y animales con necesidades y preferencias específicas. En otras palabras, la diversidad de ambientes permite y condiciona la existencia de una variedad de ecosistemas propios del medio de montaña, y cuya originalidad e importancia consiste en reunir no sólo ciertas especies de plantas y animales propios de las bandas climáticas frías, sino además de una multitud de especies o variedades que viven única y exclusivamente en ciertas zonas de montaña, y que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo; y todavía un tercer grupo de seres vivos que tuvo una amplia distribución que incluía las tierras bajas y que hoy se refugia en las alturas, debido a una pérdida de sus territorios ancestrales a causa de la presión humana.

El problema de la altitud

¿Por qué un problema?... Altitud significa frío, pero también menos oxígeno, menor humedad, menor protección frente a las radiaciones solares, mayor velocidad del viento, pronunciadas diferencias de temperatura entre el día y la noche, al sol y a la sombra; y además, escasez de alimento para los animales.

En realidad, casi todos los problemas anteriores guardan relación con el descenso de la presión atmosférica a medida que aumenta la altitud. A menor presión atmosférica, tanto más "diluidos" se encuentran los distintos gases que componen el aire, aún cuando siguen guardando entre sí una relación volumétrica constante, de modo que el aire se va haciendo cada vez menos denso.

En las montañas, los rayos solares llegan tras un corto recorrido a través de una capa atmosférica delgada (cada vez más delgada a más altitud) y con una densidad tan escasa que el aire apenas se calienta. Durante el día, la superficie del suelo y las rocas se calientan mucho porque la ligera capa de aire deja pasar fácilmente los rayos solares. Pero por la noche, el aire "enrarecido" (menor concentración de oxígeno) permite una pérdida por irradiación, igualmente rápida, del calor de las rocas, por lo que las variaciones de temperatura entre la noche y el día, y también al sol y a la sombra son muy bruscas e intensas. Como ejemplo, algunas mediciones han registrado diferencias de 45° C en el mismo momento al sol y a la sombra, a una altitud de 2.500 m, y de 75° C a 4.000 m.

El aire poco denso apenas retiene vapor de agua, de modo que la humedad relativa del aire es baja y favorece la deshidratación de tegumentos, cutículas y mucosas de los seres vivos. El frío agrava aún más esta circunstancia porque el agua en estado líquido es prácticamente inexistente en las zonas altas de montaña: está totalmente congelada, lo cual produce un efecto de "sequía fisiológica". Y el viento -que alcanza grandes velocidades en las montañas debido al menor roce con la superficie terrestre- contribuye a empeorar la situación, al incrementar el efecto de evaporación y provocar temperaturas más bajas todavía.

Por otra parte, la ausencia de humedad hace que el aire sea más transparente en altura que a nivel del mar, lo que permite el paso de mayor cantidad de radiación ultravioleta que en las zonas bajas. Por ese motivo, usamos cremas y lentes.

En nuestras incursiones por la montaña es más que probable que hayamos experimentado los efectos de todos estos problemas e incomodidades, típicos de la altitud y en general del medio montañoso. Así pues, estamos en condiciones de confirmar -y no debemos olvidarlo- que los seres vivos tenemos que superar bastantes dificultades para permanecer en nuestro querido mundo de las cumbres...

Características físicas de nuestras montañas

La Cordillera de los Andes tiene una longitud de 10.000 kilómetros entre el Mar Caribe y el Cabo de Hornos. En su extremo norte, forma un gran arco que se inicia en Venezuela y continúa a través de Colombia, Ecuador y Perú, terminando en Bolivia, donde alcanza su mayor amplitud: 600 kilómetros de ancho. Desde aquí se alarga hacia el sur hasta el Estrecho de Magallanes, donde se inclina al este a través de Tierra del Fuego, para sumergirse en el mar en el Cabo de Hornos. Algunos científicos estiman que el Continente Antártico es una prolongación de esta misma cordillera, por lo cual se le ha llamado "Antartandes".

La cordillera chilena presenta características muy diferentes a través de los aproximadamente 4.200 km de longitud que abarca entre la Línea de la Concordia y el Cabo de Hornos.

Dos cordilleras recorren el país de norte a sur; ellas son la Cordillera de los Andes y la de la Costa, que dan a nuestro país una configuración única en el mundo. La primera, de perfiles angulosos que rematan en cumbres agudas y a veces ligeramente redondeadas, con 2.000 volcanes, de los cuales unos 50 acusan actividad o la han tenido.

Hasta el río Maipo existen pocos pasos cordilleranos o fronterizos, los que se encuentran a más de 4.000 m de altitud; hacia el sur, la cordillera va disminuyendo en altura y

presenta una mayor cantidad de éstos, pero su tránsito se interrumpe en invierno por las abundantes nevazones.

La Cordillera de la Costa, más antigua y de menor elevación que la de los Andes, se alza junto a las grandes fosas del Océano Pacífico. Ha sufrido los efectos de la erosión, la que al gastar sus relieves, la ha convertido en una sucesión de lomas redondeadas, interrumpidas por uno que otro monte escarpado, perdiendo continuidad y altura a medida que avanza hacia el sur, hasta desaparecer en Chiloé.

Especies existentes en nuestras montañas

Ante tanta hostilidad del medio físico, las criaturas se especializan, desarrollan complejos mecanismos de adaptación y estrategias de supervivencia frente al frío, las radiaciones, el viento, la desecación, la brevedad del período vegetativo, incluso frente a la falta de alimento, los aludes, el sustrato movedizo y la escasez de suelo... Podría decirse que a veces estos animales y plantas viven contra todo pronóstico. Y, a pesar de todo, despliegan una increíble diversidad, con una gama de estrategias tan sutiles que, en muchas ocasiones, sólo les permiten vivir en las precisas condiciones para las que han sido concebidas.

Montañas y comunidades humanas

Del mismo modo que lo han sido para animales y plantas, las montañas y sus valles altos también han constituido núcleos de aislamiento para un gran número de comunidades humanas que, empujadas a los duros entornos montañosos por motivos muy diversos, han desarrollado a lo largo de los siglos, estilos de vida particulares y exclusivos, tan distintos entre sí como son las montañas en que viven. Buena parte de esas culturas tiene en común un elaborado manejo del medio montañoso como base de sus actividades agropecuarias de subsistencia. De ellas, el pastoreo ha sido la forma más utilizada para la explotación de los terrenos altos.

En la mayor parte de las montañas, la historia de ocupación humana es tan antigua que ha modelado el paisaje. "En las grandes alturas de los Andes... siempre se encuentran testimonios evidentes de la existencia humana: restos de leña y carbón, utensilios de cobre, puntas de flechas y hasta pequeñas esculturas que atestiguan la predilección de los indios prehistóricos por la ascensión de las cumbres, indudablemente con algún objeto útil, con algún propósito de conveniencia pública" (Francisco José de San Román, 1896).

Los Andes y sus personajes

El minero

Una de las figuras más recias de la historia de los Andes es la del minero o cateador, acucioso investigador de la superficie de la tierra, en su afán de dar con un rico filón o mineral oculto. Su codicia, las privaciones y el desengaño se convierten en un cierto afán filosófico y casi deportivo, en el que importa más la persecución de la quimera que la quimera misma. Descendiente

del conquistador, heredó de éste su apetito desenfrenado por las riquezas, inteligencia y aceptación del avance tecnológico; descendiente también del indio, recibió de él su superstición... y su conocimiento del pasado. Y así, en ocasiones, el cateador puede convertirse en silencioso violador de *huacas* (*huaquero*), pues no es secreto entre los pueblos de toda la cordillera sudamericana que las civilizaciones indias más avanzadas enterraban a sus muertos con un rico ofertorio y ajuar de objetos de oro y plata. Pero el cateador-huaquero se redime a sí mismo fácilmente. Su destrucción es hija de su codicia y ésta, a su vez, producto de su pobreza e ignorancia. Luego, su contienda con una tierra nada generosa para arrancarle el diario vivir lo convierte en una figura casi heroica. Y, finalmente, su legado espiritual de leyendas, tradiciones, nomenclatura geográfica, con

que este hombre valiente ha ennoblecido la tierra que recorre y trabaja, le bastan para hacerse perdonar de cuanto exceso haya cometido.

El contrabandista

Otro personaje ligado a nuestros Andes es el contrabandista. Por fuerza misterioso, nada nos ha legado de sus "hazañas" si es que alguna realizó entre cumbres. Pero su labor se concentra no en cimas, sino en pasos. Busca cruzar la frontera, "la raya" como él diría, de una banda a otra, con su cargamento prohibido a cuestras o en animales de carga. Sólo pide pasar y vivir inadvertido. Su contacto con los Andes, los que acaso no sean para él más que un inmenso y odioso obstáculo, sólo ha quedado en forma de leyendas que, a pesar del oculto afán de estos hombres, forman parte de nuestra cultura de las montañas. No ha dejado nombres ni tampoco -como su hermano el *huaquero*- desea dejarlos. Sólo sabemos que el conocido Paso de los Contrabandistas, de la cordillera del Aconcagua, ha sido bautizado así en honor a tan escurridizo personaje.

El arriero

Compartiendo el mismo escenario, pero por razones muy distintas, los arrieros sí han dejado la impronta de su labor a lo largo de toda nuestra cordillera. Campesino de pequeñas y a menudo indigentes granjas, vaquero profesional y peón de valles, su contacto con la cordillera se debe a sus cabalgaduras: algunos caballos de monta, pero preferentemente mulas, y un par de burritos auxiliares. Junto con arrendar sus animales, aporta su conocimiento del terreno. Es el *baqueano* guía de valles, vados y pasos, que conoce el arte de vivir y sobrevivir en la sierra. Siendo entre todos los pobladores andinos el único que vive en contacto con gente de pueblo y ciudad, es él entonces quien transmite a la posteridad letrada las hazañas de sus hermanos, el indio, el minero, el *huaquero*, el contrabandista... y las propias. Para el investigador de leyendas y de historias montañosas, el arriero es su único nexo con los Andes; es el único además que puede y que acepta hablar.

El montañista

"El sol, el viento y las tormentas los han ido curtiendo y volviendo su piel hacia el interior. Rudos por fuera, son sensitivos por dentro. Como las flores de la montaña que ellos tanto aman, delicadas y salvajes en su pequeña belleza. No, no buscan la muerte como algunos fingen creer. Nadie como ellos para amar la vida. Son los grandes amadores porque son los grandes despreciadores. Aman la patria en la que han nacido (siempre se nace en un sitio que no se ha escogido) y, sobretodo, la que han elegido: LA MONTAÑA. Entonces para ellos las montañas son bellas; más que un accidente físico, una denominación geográfica, las montañas son del reino de la luz, el camino a los nuevos amaneceres.

Si el hombre es un nómada, nadie mejor que él encarna este imperativo. Hoy están aquí, mañana lucharán por aquella cumbre. Luego serán otras y otras en los horizontes. Como los nómadas, llevan pocas cosas a cuestras y mucha riqueza interior. Dondequiera que vayan, la montaña, su patria interior, irá con ellos. La montaña es su modo de mirar la vida.

Su comunión con los grandes espacios abiertos ha afinado sentidos ocultos; ellos comprenden la verdad del viento, auscultan la palpitación de las rocas, dialogan con los elementos y cohabitan con los vértigos. Ellos saben del misterio de las nieblas y conocen los escondites de las águilas. Sus ojos han mirado de cerca el esplendor del cielo, cuando en las noches las estrellas han velado la víspera de una escalada largo tiempo soñada y a conciencia preparada. Su alma ha conocido la paz profunda que se establece después de largos combates y les niega satisfacción en alegrías ya superadas. Tanta inmensidad acumulada en sus ojos, tanta complicidad con las fuerzas secretas de la vida, han ido depositando en su ser riquezas invisibles. La amistad es su fuerte y en ella son expertos. Yo los he visto ejercer el noble rito de los amigos. Todo puede ser simple, atacar la pared con la doble fortaleza que da la cuerda que los une y luego abrazarse en

la cumbre, un rito simple, en el que se encuentran dos mundos, en el que se encuentran dos exiliados que han hallado por fin el camino de regreso. ¡Y que hermosos son los retornos!

Los montañeros son los seres del retorno. Viven en camino; parten al amanecer siempre al encuentro del sol y saben reconocerse en cada vuelta del sendero, en cada flor, en cada insecto, en cada cosa: cada cumbre del horizonte es su destino. Han preferido el riesgo a la inmovilidad; el frío, el viento, la sed, el cansancio, a la seguridad de los seres establecidos. Ellos podrían sentir lícitamente compasión, pero no lo hacen; aún no han encontrado tiempo para ello y su oficio no es mirar a los demás sino avanzar hacia sí mismos.

También quisiera ser como ellos: grandes en su pequeñez y pequeños en su grandeza. Yo quisiera levantar mi tienda en el glaciar o sobre una terraza de roca al lado de la suya. Yo quisiera como ellos, alumbrar nuevos amaneceres". (Andrés Hurtado García – Circo de Gredos: Almanzor – Madrid, 6 de Septiembre de 1976).

Las montañas y el agua

Las montañas son gigantescos depósitos elevados de agua, de importancia vital para el consumo humano, para la agricultura y para la producción de energía eléctrica. Al considerar la importancia de las montañas en el aprovisionamiento de agua para las poblaciones que están en los valles es cuando se aprecia más palpablemente la vulnerabilidad de los terrenos montañosos frente a la degradación y la gravedad que esta degradación provoca valle abajo.

La altitud de las montañas determina en ellas un abundante régimen de precipitaciones, que con frecuencia tienen forma de nieve en montañas de altura media y que de hecho son exclusivamente en forma de nieve a partir de cierto límite de altura, variable en función de la latitud. Las aguas procedentes de los glaciares así como las de lluvia y fusión de la nieve, dan origen a arroyos y torrentes que, canalizados por las cuencas hidrológicas, alimentan a los grandes ríos que recorren las llanuras.

Los glaciares son inmensos volúmenes de hielo sometidos a una continua dinámica de formación y de fusión. La nieve que cae en las zonas altas de las montañas alimenta las cabeceras de los glaciares, donde se transforma y compacta progresivamente bajo la influencia combinada de la presión y de fusiones parciales alternadas con sucesivos deshielos. El hielo de glaciar tiene una plasticidad característica que lo hace fluir lentamente a favor de la gravedad como un verdadero río de hielo que, en virtud de la enorme inercia térmica de su masa helada, desciende largas distancias antes de disgregarse y fundirse, dando origen al torrente glaciar.

Los glaciares son agua para el futuro y, en este sentido, hay que recalcar un hecho obvio pero importante: una vez más, como una especie de ley de las montañas, todo lo que sucede arriba repercute abajo. El más notorio daño ambiental al que están sujetos los glaciares (si excluimos su general regresión debida a factores de la climatología actual) es la contaminación, en sus diversas formas, provocada por las actividades humanas.

La vegetación y los suelos

Los bosques y la vegetación en general juegan un importante papel en la captación y retención de las aguas de lluvia y del deshielo primaveral en las montañas. La vegetación intercepta las gotas de lluvia, reduciendo su velocidad y la energía cinética con que éstas llegan al suelo y, por lo tanto, su poder erosivo. El suelo de los bosques intactos se encuentra muy bien defendido frente a la erosión, por la vegetación arbustiva y herbácea que crece bajo los árboles y por la gruesa capa de hojas muertas y restos orgánicos que van acumulándose lentamente sobre el suelo. Esta capa de residuos acoge a una legión de pequeños animales y de organismos microscópicos que para alimentarse descomponen y degradan la materia orgánica, dando origen al humus: un complejo orgánico-mineral que forma parte de las rutas de reciclaje que devuelven las materias

orgánicas al estado iónico, a partir del cual serán utilizadas otra vez por los vegetales. Pues bien, este humus es el que confiere al suelo mineral su textura esponjosa y su gran capacidad de retención de agua, además de convertirle en una estructura viva y habitable para las plantas.

Como podemos ver, los bosques y la vegetación en buen estado y el humus de los suelos forestales contribuyen a captar y retener el agua de lluvia y de la fusión de las nieves, permitiendo que se infiltre lentamente hacia los inmensos embalses subterráneos -que son las capas freáticas y los acuíferos- y dejando que otra parte fluya de forma pausada hacia las cuencas fluviales.

Las montañas y el clima

Aunque las montañas cubren sólo una pequeña porción de la superficie terrestre, tienen una influencia capital sobre la climatología, tanto a escala local como continental. Afectan la circulación de los vientos e influyen sobre el régimen de lluvias.

La dirección del viento -determinada en principio por la rotación de la tierra- sufre grandes variaciones al encontrar el obstáculo de las montañas a su paso, generándose vientos y climas locales y determinando la temperatura y las precipitaciones de grandes áreas terrestres. Este mecanismo de influencia se basa en el hecho de que los grandes vientos del globo, cargados de humedad por contacto con los océanos, resultan interceptados y desecados por las montañas, que se comportan como gigantescos condensadores de la humedad. Es el origen del efecto "foehn", que recibió este nombre germánico por haberse descubierto en las regiones alpinas de Baviera y el Tirol.

A escala más reducida, se generan las brisas de valle y de ladera, los vientos de montaña y las tormentas, los fenómenos de inversión térmica y los mares de nubes. Al relieve también hay que atribuir la brusquedad y la violencia de los cambios de tiempo en la montaña, su tendencia a la inestabilidad durante el verano y su frecuente régimen anticiclónico invernal.

Espacio privilegiado para el recreo físico y espiritual

Las montañas han sido desde tiempo inmemorial objeto de veneración, atracción y respeto, y constituyen grandes símbolos en todas las culturas y religiones. Los mitos, leyendas y tradiciones relacionados con las montañas forman parte del patrimonio humano y constituyen una riqueza de transmisión oral y literaria que es preciso conservar.

Parte de este antiguo significado puede distinguirse aún en el fenómeno del moderno turismo de montaña, que busca al mismo tiempo el recreo espiritual y físico y que se ha convertido en una de las más importantes fuentes de recursos para muchos de los habitantes de las áreas montañosas. En cierto sentido, el turismo constituye hoy la actividad económica más importante del mundo, y sin duda, las montañas juegan en ello un papel de primer orden.

¿Qué les está pasando a las montañas?

No es fácil hacer un diagnóstico general de los problemas de las montañas del mundo, porque son tan diversos como ellas mismas. Influyen no sólo factores geoecológicos como la altitud o la latitud, sino también los problemas generados por las personas que allí habitan y los conflictos derivados de injerencias ajenas a estas personas (minería, por ejemplo).

Cuando los ambientes de montaña se degradan, generalmente tardan mucho más tiempo en recuperarse que otros tipos de entorno, incluso, nunca se recuperan. En esto tienen bastante responsabilidad los factores del frío, la altitud y la brevedad del período vegetativo como reductores de la actividad biológica, que es la que poco a poco va cicatrizando las heridas de la naturaleza.

Pero probablemente, el mayor impedimento para la recuperación de los daños infligidos a las montañas es el que opone la famosa pendiente del terreno. Y vamos a ver la razón: la gran mayoría de las intervenciones humanas en las montañas producen directa o indirectamente fenómenos erosivos. Y en un terreno con pendiente, erosión equivale a desestructuración, arrastre y pérdida de las capas que configuran el suelo, empezando por la fina y valiosa capa fértil que permite el asentamiento de la vida vegetal. Esta pérdida de suelo es irreversible, porque resulta prácticamente inviable devolver a las alturas el suelo perdido. Y sin suelo, no hay reforestación posible.

Repercusión ambiental de algunos usos económicos en las montañas

Actividades agrarias

Respecto a la agricultura en zonas montañosas, los conflictos ambientales surgen del abandono, por una parte, y de la intensificación por otra. El abandono de los cultivos en bancales de ladera implica un deterioro progresivo de los muros que sujetan la tierra de labor, propiciando la consecuente erosión y pérdida de materiales del suelo. Por otro lado, la tendencia a intensificar y a mejorar la rentabilidad de los cultivos en los valles montañosos ha supuesto la pérdida de muchos de los valiosos y gratos paisajes “en mosaico” que reflejaban un aprovechamiento eficiente e integrado de múltiples pequeñas parcelas con amplias fajas de setos protectores, de tal modo que el conjunto mantenía además de su funcionalidad una elevada diversidad biológica.

Cuando se desmonta totalmente la vegetación para sembrar, se produce un efecto similar al de la extracción de leña de manera destructiva (no conservadora). El desmonte en sí no tiene un efecto nocivo, pero el dejar el suelo descubierto en lugares con pendientes pronunciadas tiene importantes consecuencias desde el punto de vista de la pérdida de suelos, debido al arrastre producido por las lluvias.

Por otro lado, sabemos que el proceso de recuperar la fisonomía original de lugares donde ha sido removida la vegetación puede ser muy lento y difícil, al punto de que en algunas localidades no puede esperarse regeneración en un futuro previsible. Este proceso depende de que muchos factores actúen simultáneamente, entre ellos, que quede suficiente suelo como para que las plantas leñosas puedan volver a establecerse; que exista suficiente llegada de semillas de estas especies; que no haya incendios, poco ganado (que mata las plántulas) y que existan las llamadas plantas nodrizas. Éstas son remanentes de la vegetación anterior o algunas especies pioneras, como el espino, que proveen a las plántulas de otras especies de sombra y protección de los herbívoros introducidos. Sabemos que sin la presencia de esas plantas nodrizas puede producirse una mortalidad de plántulas del 100% y, por lo tanto, bloquearse completamente las posibilidades de regeneración del paisaje.

Actividades ganaderas

Aún hoy, algunos pastores siguen “gestionando con rozas a fuego” muchas sierras y laderas de nuestro país para crear nuevos pastos y, de paso, dando cuenta de un buen porcentaje de los incendios forestales que asolan estas sufridas tierras.

Con frecuencia, pastan animales excesivamente numerosos o de especies inadecuadas en lugares que no soportan bien tanta presión y que se degradan o erosionan, en tanto que otros lugares que precisan pastoreo para su mantenimiento van poco a poco cerrándose y cubriéndose de escasas especies de matorrales leñosos que compiten con los pastos.

La vegetación tiene además un papel importante al servir de alimento a animales herbívoros. Desde antes de la llegada del ser humano, ya había herbívoros en la zona montañosa central del país, como por ejemplo el guanaco (*Lama guanicoe*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*), el degú (*Octodon degus*), además de muchas especies de insectos. Estos herbívoros originales o nativos formaban parte de un régimen de relaciones complejo, en el que ellos no eliminaban toda la vegetación. Este régimen contemplaba,

entre otras cosas, plantas poco comestibles para estos herbívoros y animales depredadores de herbívoros, como por ejemplo, el puma, (*Felix concolor*).

Con la llegada del hombre europeo se produjeron extinciones o exterminaciones locales de algunas de estas especies (por ejemplo, guanacos) y se introdujeron otras como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la cabra (*Capra hircus*). En un momento se pensó que estos herbívoros introducidos no causarían mayores problemas, ya que sustituirían a los herbívoros nativos, o bien, aprovecharían recursos no utilizados por la fauna nativa. Pero según se ha podido constatar, esto no ha ocurrido. Una razón para demostrarlo es que las densidades promedio de algunos de estos nuevos herbívoros (conejos y cabras, por ejemplo) son mucho mayores que las que habrían tenido los herbívoros nativos similares o comparables. Esto debido a la protección que el hombre le da a su ganado y a la conducta de los depredadores frente a estos nuevos herbívoros. La segunda razón para que las introducciones no hayan resultado tan inocuas como se pensó es que hay algunas conductas inesperadamente distintas en los herbívoros nativos e introducidos. Así por ejemplo, las especies de plantas que resultaban más comidas por los herbívoros nativos no parecen ser las que comen con más avidez las cabras, de modo que las plantas que tradicionalmente compensaban la pequeña carga de los herbívoros nativos, ahora no son las usadas preferentemente. Lo más significativo es que las plantas que antes fueron poco ramoneadas (comidas selectivamente), ahora reciben un gran ataque por parte del ganado doméstico. Como es dable imaginar, en lugares donde hay muchas cabras o una larga explotación por parte de ellas, se ha producido una dramática reducción de la cubierta vegetal y las pocas especies de arbustos que quedan han resultado ser las más tóxicas (por ejemplo, el palqui, *Cestrum parqui*), o bien los cactus (entre ellos el quisco, *Trichocereus chilensis*) que debido a su manto de espinas no pueden ser consumidos por las cabras.

Extracción de leña

En el pasado se usó leña de manera importante para alimentar hornos de reverbero para procesamiento de minerales, así como para consumo doméstico. En la actualidad, este último uso sigue vigente, en especial en zonas rurales o donde el gas no puede ser adquirido. Estos usos pueden ser comparables al pastoreo en cuanto extraen o pueden obtener de manera conservadora los materiales periódicamente producidos por las plantas (producción primaria). El que el uso sea conservador o no depende de cómo se cosecha la leña. Si se corta sólo la parte aérea (troncos y ramas), sabemos que la mayor parte de los arbustos –por ejemplo litre, quillay, boldo- puede regenerarse completamente, si es que se les da el tiempo para ello. En este caso se está haciendo un uso relativamente conservador de la vegetación. Pero si además de las partes aéreas se extraen las raíces principales -lo que significa aumentar la cosecha de leña con poco esfuerzo adicional- la mayor parte de los arbustos no se regenera y el uso es destructivo. En este caso, la recuperación de la vegetación no puede ser a partir de las raíces ya instaladas, sino que debe ser por colonización desde lugares en que queden árboles productores de semillas.

Actividades mineras

De manera simplificada, la extracción a cielo abierto de un mineral implica la retirada de toda la materia vegetal o mineral que cubre el yacimiento -independientemente de que sea roca, tierra o un bosque- para luego cargar el mineral y llevárselo. Al realizar todas estas operaciones se utilizan explosivos, maquinaria pesada, retroexcavadoras, perforadoras, camiones, etcétera. El primer impacto es la apertura de pistas para que todas estas máquinas accedan al lugar de la explotación y los camiones puedan transportar el material extraído.

Impacto sobre la fauna y la flora

La actividad minera destruye la vegetación e invade el espacio de las especies animales, destrozando su hábitat, sus nidos y criaderos, hasta el punto de impedir la propia reproducción y la supervivencia de las especies. La ausencia de tareas de restauración del suelo y regeneración de la cubierta vegetal una vez abandonados los puntos de extracción significa que pasarán muchas décadas o siglos antes de que se alcance un grado adecuado de regeneración natural de los hábitat de estas especies.

Impacto sobre la atmósfera

A consecuencia de las voladuras, los movimientos de tierra y la circulación de máquinas y camiones se genera una extensa nube de polvo que poco a poco se va depositando sobre las plantas, dificultando su desarrollo. Allí donde la explotación minera se halla próxima a los núcleos de población, las grandes cantidades de polvo en suspensión pueden causar alteraciones en la salud humana.

Impacto sobre las aguas

Por una parte, la destrucción de la cubierta vegetal impide la filtración de las aguas, contribuyendo a la desecación de acuíferos y manantiales. El mismo fenómeno produce un fuerte escurrimiento en las laderas, que acaba por arrastrar al fondo del valle la tierra de escombreras y caminos, con el consiguiente taponamiento de los arroyos. Por otra parte, la propia destrucción del suelo conlleva la rotura de los acuíferos, formándose -en muchos casos- grandes bolsas de agua dentro del hueco dejado por las explotaciones.

Es importante destacar la contaminación directa de las aguas, producto del vertido de minerales o productos derivados del proceso de extracción o tratamiento de los minerales, que alteran las propiedades químicas y físicas del agua, produciendo alteraciones significativas en el hábitat de las especies acuáticas y muchas veces elevando su mortandad. Hay que recordar que el fenómeno anterior se puede producir también por escurrimiento de lluvias o crecimiento estacional de ciertos cauces, los cuales producen filtración desde las escombreras o relaves directamente hacia los cursos de agua o acuíferos subterráneos.

Todos estos efectos perjudiciales sobre la fauna y la flora, sobre la atmósfera y sobre las aguas superficiales y subterráneas imponen un grave problema a los habitantes de los pueblos mineros, al hipotecar seriamente las posibilidades de un futuro alternativo. Toda esta destrucción no sólo supone la pérdida del patrimonio paisajístico, crucial para un buen desarrollo del turismo rural, sino que además conlleva la desaparición de valiosísimos ecosistemas que hoy día permitirían el desarrollo de un modelo de vida rural alternativo, basado en el aprovechamiento racional de los recursos forestales, ganaderos, agrícolas, medicinales y turísticos.

La alternativa a la minería de cielo abierto es la extracción por interior de la mina, sistema que puede proporcionar más puestos de trabajo con menos efectos negativos para el entorno natural.

Las centrales hidroeléctricas y embalses

Una central hidroeléctrica produce electricidad utilizando el agua para mover la correspondiente turbina y producir electricidad. Ante la necesidad de sustituir la energía de origen fósil y nuclear por otras fuentes menos contaminantes y renovables, estas centrales han experimentado un auge en los últimos tiempos.

Impacto sobre el paisaje

Para la construcción de una central hidroeléctrica es preciso realizar importantes movimientos de tierra, con el fin de construir la presa y los caminos de acceso. Estas obras tienen lugar generalmente en parajes muy apartados y abruptos y, por lo tanto, muy bien conservados. Ello ocasiona fuertes impactos visuales, problemas de erosión y una completa transformación de la imagen habitual del paisaje.

Por otro lado, en la mayoría de los casos el problema se agrava al instalarse tuberías forzadas sobre apoyos de hormigón, canales e instalaciones auxiliares y tendidos

eléctricos. De esta manera, paisajes inalterados y primitivos quedan transformados de forma brutal e irreversible.

Impacto sobre la vegetación

La construcción de la presa trae consigo la destrucción de la vegetación de ribera. La construcción de caminos, canales y tuberías también conlleva un apreciable grado de eliminación de la vegetación. Por otro lado, al facilitarse el acceso a zonas que antes estaban apartadas y poco concurridas, se incrementa el riesgo de incendios y la acumulación de basuras. Pero el mayor impacto sobre la vegetación se produce como consecuencia de la derivación de aguas en la cabecera de los ríos, y que deja secas las gargantas de éstos durante la mayor parte del año, lo que provoca la pérdida de sitios como vegas y poblaciones de árboles en un breve lapso de tiempo.

Impacto sobre la fauna

Las bruscas oscilaciones del caudal que circula aguas abajo de las turbinas tienen efectos muy graves sobre las comunidades fluviales, en especial sobre los macroinvertebrados y sobre los peces. Estas oscilaciones del caudal se deben al régimen de regulación hidráulica necesario para el funcionamiento de las turbinas, ya que generalmente el aprovechamiento eléctrico no es constante sino que se ajusta a la demanda de electricidad.

La mayor parte de los animales fluviales están adaptados a un tipo concreto de velocidad de las aguas: hay especies que prefieren las corrientes y otras que necesitan aguas de movimiento lento. Pero en los ríos sometidos a aprovechamiento hidroeléctrico, el caudal puede volverse hasta veinte veces mayor o menor en un tiempo de solo un minuto, y hay muy pocas especies capaces de sobrevivir en condiciones en las que se alternan cortos períodos de aguas de fuerte corriente con otros en los que se seca gran parte del cauce y sólo quedan tramos de movimiento lento.

Cuando el nivel del agua aumenta súbitamente, cada vez que las turbinas comienzan a funcionar, se produce el arrastre de un gran número de invertebrados que viven en el lecho del río. Por el contrario, cuando disminuye el caudal, muchos animales quedan en seco y los peces de mayor tamaño se ven intensamente afectados, tanto porque necesitan una profundidad mínima de unos treinta centímetros para poder desplazarse, como porque quedan indefensos frente a los predadores.

También se produce una importante mortandad de peces cuando éstos atraviesan las turbinas de la instalación, siendo esta mortalidad función del tamaño de los peces: un 10% para peces de 4 centímetros, y un 70% para animales de 18 centímetros, según algunos datos disponibles. Los recursos alimentarios de los peces también se ven indirectamente afectados, ya que su dieta está basada en los invertebrados que habitan los fondos fluviales y que, como hemos visto, sufren graves perjuicios debido a la regulación de caudales.

Hay otro grupo de problemas que se deriva de la necesidad de limpiar los sedimentos que se acumulan en la presa, para lo que se sueltan aguas de fondo que arrastran consigo dichos sedimentos. Estos materiales finos suspendidos en la corriente producen daños por abrasión en la piel de los animales acuáticos, además de depositarse en las branquias de los mismos, lesionando su sistema respiratorio. Y no menos importante: estos sedimentos finos se depositan también en el lecho del río, recubriendo todo su relieve natural y colmando las pequeñas fisuras e intersticios que son tan importantes como alojamiento para huevos y como refugio para larvas y alevines.

Impacto sobre la calidad de las aguas

Durante la construcción del embalse se alteran las características físicas del agua y se enturbian los ríos durante largo tiempo. Las condiciones naturales del agua de estas gargantas se ven profundamente alteradas al verse embalsadas y sometidas a procesos mecánicos.

De forma general, las explotaciones hidroeléctricas –pese a resultar preferibles frente a otros sistemas de producción energética como son las centrales nucleares o las térmicas– no son inocuas para el medio fluvial sino que los ecosistemas propios de los tramos de río contiguos sufren profundas alteraciones difícilmente reparables.

Los centros de esquí

Las intervenciones necesarias para la apertura de pistas de esquí (tala de bosque, retirada de obstáculos, desmontes y aplanamiento de las irregularidades del terreno, construcciones, entre otras), así como las posteriores tareas de mantenimiento y la propia utilización deportiva de las mismas, producen sobre el medio natural de la montaña, entre otros, los efectos siguientes:

Sobre el microclima

En las zonas taladas desaparecen las características propias del microclima del bosque (ausencia de viento, poca variación de las temperaturas y elevada humedad relativa del aire), de modo que, con el cambio de uso (pistas en lugar de bosques) se detecta: una menor condensación de humedad; mayor velocidad del viento; mayor variación de las temperaturas; mayor compactación de la capa de nieve (lo que afecta al período vegetativo de las plantas); mayor longitud total de las lindes del bosque, lo que afecta la salud de las masas boscosas, que quedan más expuestas al calor y a la sequedad, a los vientos fuertes.

Sobre el ciclo del agua

La compactación del suelo y la pérdida de su cubierta orgánica hace que la tierra se empape menos durante las lluvias y, por tanto, disminuye la disponibilidad de agua para las plantas; aumenta el escurrimiento, el arrastre de materiales en suspensión y por consiguiente, la pérdida de suelo. Además, al llegar la época seca, el suelo presenta una menor reserva de agua, ya que ésta ha corrido por la superficie en vez de empaparse. Comparando los datos obtenidos por Karl y Toldrian para el drenaje superficial (D.S.: agua que corre en lugar de infiltrarse) para un tipo de bosque natural y para el suelo de una pista de esquí:

Bosque mixto: D.S. = 4.9% del total de la lluvia caída

Pista: D.S. = 80% del total de la lluvia caída

Como puede apreciarse, en el suelo correspondiente a las pistas, la mayor parte del agua de lluvia corre superficialmente sin infiltrarse, en desmedro del capital hídrico necesario para el desarrollo de las especies herbáceas que aportarían protección al suelo de las pistas, y en perjuicio de las masas boscosas cercanas.

Sobre la capacidad de protección del suelo

Los bosques y la vegetación de montaña protegen al suelo frente a la erosión porque:

- Disminuyen el efecto del escurrimiento superficial y su fuerza erosiva.
- Las raíces sujetan mecánicamente el suelo impidiendo los deslizamientos en masa.
- La cubierta vegetal impide el arrastre de suelo fértil.
- El bosque espeso impide los deslizamientos de nieve y la formación de avalanchas y, por tanto, disminuye el potencial erosivo de éstas.

Según los datos de Karl y Toldrian para la pérdida de suelos debido a la erosión, en las pistas de esquí, esta pérdida es 88 veces superior a la de los bosques mixtos. En zonas de taludes realizados por las máquinas, el arrastre de suelo es del orden de 1.256 veces mayor que en el bosque mixto.

Sobre la capacidad de protección frente a avalanchas

La gran resistencia aerodinámica del bosque de montaña frena la velocidad del viento y por lo tanto limita la acumulación de nieve. Además, en el bosque la capa de nieve suele tener una estructura irregular, dificultando la formación de planchas sueltas. Los troncos de árboles y los arbustos sujetan o “anclan” la capa de nieve. En caso de producirse el

alud, el bosque ofrece resistencia a su avance y lo desvía, frena o detiene. Por consiguiente, la tala de franjas boscosas con objeto de crear pistas de esquí, disminuye la eficacia de la protección conferida por el bosque.

Sobre la diversidad y abundancia de la flora, la fauna y sus hábitat

Los bosques y la vegetación de montaña son ecosistemas estables que reúnen multitud de especies animales y vegetales amenazadas de extinción. La construcción de pistas destruye, fracciona y perturba esas reservas naturales. Durante el invierno, el ruido y la presencia humana en las pistas provocan distintos grados de estrés en los animales y restringen aún más los ya exiguos hábitat invernales (debido a la escasez de alimentos y refugios adecuados) de la fauna silvestre, para quien las pistas llenas de gente suponen obstáculos que sólo pueden cruzarse durante la noche.

Otros muchos animales silvestres de las montañas se ven afectados por las instalaciones de deportes de invierno, al ver invadidas o destruidas sus zonas de reposo y reproducción.

No hay que olvidar a las comunidades de invertebrados del suelo, amenazadas inicialmente por la propia construcción de las pistas y más tarde dañadas por el paso de máquinas pisanieves y esquíes, así como por la compactación de la nieve: en este sentido, hay estudios que ponen en evidencia cómo los suelos bajo nieve compactada se congelan por término medio un mes antes y se descongelan de dos a tres semanas más tarde que los suelos bajo capas de nieve intactas. Estos hechos alteran gravemente los ciclos vitales de los organismos del suelo.

Hay que señalar, además, los efectos de la compactación de la nieve. En condiciones naturales, la nieve -que durante el invierno cubre la vegetación de las zonas de montaña- tiene un efecto protector para las plantas, al aislarlas de las temperaturas demasiado bajas, de los vientos y también de la deshidratación. Sin embargo, la nieve compactada por el paso de las máquinas, y también en menor medida por el paso de los esquíes y las motonieves, tiene un menor poder aislante frente a las temperaturas y por otra parte dificulta la aireación y el intercambio de gases necesario para el metabolismo de las plantas, amenazando su supervivencia y favoreciendo el desarrollo de mohos y enfermedades.

Por último, hay que mencionar los daños provocados a la vegetación por el paso de las máquinas en zonas de poco espesor de la capa de nieve (menos de veinte centímetros), así como el efecto abrasivo de los cantos de los esquíes sobre los arbustos y árboles jóvenes en las zonas donde se practica esquí fuera de pista.

Sobre el agua

Otra característica de las estaciones de esquí es sus efectos negativos sobre la calidad el agua, los que por tener lugar en las cabeceras de las cuencas hidrológicas terminan afectando a las comunidades que viven en los valles y que dependen de los recursos hídricos de dichas cuencas. En ciertos casos, se añaden productos químicos a la nieve que por ser demasiado fría, seca o granulosa, no se presta para una compactación adecuada. Estas sustancias alteran la química del suelo, perjudican a la vegetación y degradan la calidad del agua potable.

También hay que considerar la contaminación del agua por lubricantes de máquinas y andariveles, y la deposición en la nieve y el suelo de los contaminantes atmosféricos procedentes de motores, generadores y vehículos privados, cuyas emisiones contribuyen también al efecto de lluvia ácida y al deterioro de la vegetación de montaña.

No olvidemos la contaminación de ríos y aguas subterráneas debido a los vertidos de aguas residuales no depuradas o insuficientemente depuradas en algunos centros de esquí.

Nuestro propio efecto y cómo minimizarlo

A lo largo de los puntos anteriores hemos ido viendo cómo una amplia variedad de vicisitudes sociales, económicas y políticas han ido produciendo una ocupación –o al menos una explotación cada vez mayor- de los territorios de montaña, y cómo, debido a las peculiares características de inestabilidad y fragilidad propias del medio montañoso, prácticamente todas estas intervenciones humanas han tenido y siguen teniendo unos efectos rápidos y a duras penas contenibles de degradación y deterioro.

Ha llegado el momento de mirarnos y de ver qué efectos tienen nuestras propias actividades sobre el entorno y sobre las montañas. Se trata de tomar conciencia de los problemas que causamos al ecosistema montañoso para encontrar los modos de minimizarlos.

Los problemas que causamos los visitantes de las montañas no son cualitativamente graves si los comparamos con la actuación de maquinaria pesada, por ejemplo. Sí pueden llegar a serlo cuantitativamente, porque cada vez somos más y más, y todos queremos ir a los mismos lugares... muchos efectos pequeños se suman para formar uno grande que a veces puede llegar a ser inmanejable.

Tal vez nuestro mayor pecado no es tirar papeles o espantar a las aves. Es, más bien, uno de omisión o de complicidad, que tiene que ver con quedarnos ahí sentados mientras personas con mucha ignorancia o pocos escrúpulos van deteriorando las montañas.

Impacto sobre el suelo

¿Qué es el suelo?

El suelo es mucho más que una capa dura e inerte que recubre la tierra y que nos sirve para caminar por encima. Es la superficie de contacto entre el mundo mineral y la biósfera, y representa nada menos que la base de toda la vida terrestre, ya que en el suelo crecen las plantas, que a su vez forman el primer eslabón de las cadenas tróficas.

El suelo es en realidad una estructura viva y compleja, producida y mantenida por las interacciones entre las rocas, el agua, el aire, la luz y los organismos vivos. La fracción sólida del suelo consta a su vez de elementos minerales (piedras, gravas, arenas, limos, arcillas) y orgánicos (organismos vivos y materia orgánica muerta). Los poros que quedan entre las partículas sólidas retienen agua con sustancias disueltas y también aire. Los suelos no tienen una composición uniforme sino que están estructurados en capas u horizontes superpuestos. La capa en contacto con la atmósfera se denomina horizonte orgánico porque sobre él se van acumulando todo tipo de restos orgánicos: hojas, ramitas, plantas muertas, frutos caídos y cadáveres de animales grandes y pequeños. La acción de los organismos que viven en el suelo hace que las capas inferiores de este horizonte orgánico se descompongan lentamente hasta formar el humus, en el que los restos son ya irreconocibles.

El conjunto de la capa orgánica (que suele denominarse horizonte O) es fundamental para el buen estado de los suelos, ya que amortigua el impacto que la lluvia, el pisoteo y otros factores erosivos ejercen sobre los horizontes minerales subyacentes. Además, es una importante zona de actividad biótica y favorece la retención del agua de lluvia.

El agua, el aire y los agentes químicos derivados de las descomposiciones orgánicas se van infiltrando hacia las capas inferiores del suelo, provocando su alteración química o meteorización. La intensidad de la meteorización es máxima debajo de la capa orgánica y mínima en el nivel de la roca madre, que apenas sufre influencia alguna procedente del exterior. Entre el horizonte orgánico y la roca madre se distinguen generalmente varios horizontes de propiedades intermedias y ello depende del grado de evolución del suelo, de la naturaleza de la roca madre, de la latitud y la pendiente, entre otros factores.

Efectos del pisoteo: compactación y erosión del suelo

El pisoteo del suelo derivado del uso recreativo destruye y dispersa la capa orgánica de éste y provoca la compactación de su parte mineral. Al compactarse, las partículas del suelo quedan con menos poros capaces de retener agua y aire, como cuando se aprieta

una esponja. Esto afecta negativamente el vigor y el crecimiento de las plantas. Por otra parte, al disminuir la capacidad de infiltración por parte del suelo, el agua de lluvia no infiltrada escurre por encima de la superficie y en zonas pendientes se canaliza en forma de pequeños regueros y arroyos. Estos regueros van ahondándose y creciendo, produciendo pérdida de suelo fértil, erosión, inestabilidad de las pendientes e incluso deslizamientos de tierra. Un ejemplo de esto ocurre en zonas pendientes de montaña: a lo largo de la línea pisada del sendero, el suelo se queda desnudo, compacto y concentra las aguas de lluvia. Poco a poco se van creando auténticas trincheras (cárcavas) y este fenómeno, una vez iniciado, continúa por sí mismo debido a la acción erosiva del agua, aunque cese el tránsito por el sendero.

En los caminos frecuentados, el problema se complica porque, debido a la incomodidad de caminar por el fondo de la trinchera, que además puede tener barro o agua, la gente evita el camino y va creando sendas paralelas que a su vez acaban convirtiéndose en nuevas zanjas.

La gravedad del impacto del pisoteo sobre el suelo depende del lugar. Los impactos relacionados con la compactación se producen rápidamente con poco uso: un bajo uso inicial provoca la mayor parte del cambio, en tanto que el uso posterior provoca cada vez menos impacto adicional. Los daños son más graves e irreversibles cuanto mayor es la pendiente, ya que en ella crece la energía cinética del agua, principal agente erosivo.

En zonas más planas empleadas para acampada y picnic, el pisoteo intenso provoca compactación del suelo y pérdida de vegetación, pero en cambio la erosión suele ser escasa.

Los problemas erosivos se agravan con el uso de caballos, bicicletas o vehículos motorizados, porque sueltan y disgregan el suelo en vez de compactarlo.

Durante el invierno, el suelo queda protegido bajo la capa de nieve, siempre que ésta alcance veinte o más centímetros de espesor. La compactación de las capas de nieve poco espesas (por máquinas, motonieves, etc.) reduce la capacidad aislante de la nieve frente al frío y ello puede afectar a la vida vegetal, bacteriana y animal que permanece debajo durante el invierno.

Impacto sobre la vegetación

El paso repetido de personas y animales por zonas vegetadas afecta a las plantas tanto directa como indirectamente.

- Sus efectos directos sobre la vegetación -roturas de ramas, heridas- reducen el vigor y la capacidad reproductora de las plantas. Las de tamaño más pequeño mueren por efecto del pisoteo continuo.
- De modo indirecto, la compactación del suelo reduce drásticamente la vitalidad de las plantas, al dificultar la penetración de las raíces en el suelo, la aireación y la infiltración de agua. Del mismo modo, la compactación del suelo dificulta también la germinación y el establecimiento de nuevas plantas.
- Indirectamente, la erosión intensa del suelo a lo largo de caminos y taludes en pendientes fuertes, deja al descubierto las raíces de árboles y arbustos, exponiéndolas a la acción mecánica del pisoteo o predisponiéndolas a su destrucción.
- Arbustos y arbolitos son eliminados en el proceso de despejar el camino, habilitar zonas de campamento o para realizar fogatas. Los árboles maduros sufren frecuentes daños debido a diversas acciones humanas, concientes o inconcientes.
- En los lugares más intensamente usados como áreas de acampada, , juegos, el problema más grave suele ser la falta de regeneración arbórea, ya que la mayor parte de los brotes mueren por pisoteo; los arbolitos que sobreviven son cortados para hacer leña o postes para carpas. Por consiguiente, cuando los árboles maduros mueran, no habrá árboles jóvenes que puedan reemplazarlos.
- De una manera general, el pisoteo por personas y animales tiene como consecuencia un cambio en la composición de especies de la flora y, en general, una disminución del número de especies, favoreciéndose la proliferación de las más resistentes a este tipo de uso (palqui).

- La magnitud de los daños a arbustos y árboles depende mucho del tipo de actividades que tengan lugar en el área. Así, por ejemplo, los daños son muy intensos en los descansaderos de grupos con caballos, sobre todo si se ata los animales a los árboles. El pateo del suelo por parte de éstos expone al aire las raíces, que sufren daños mecánicos y pierden resistencia frente a los vientos intensos.
- El peligro más importante que corre la vegetación y el resto del ecosistema son los incendios, provocados generalmente por negligencia de excursionistas y campistas.
- Por último, el coleccionismo y la recolección comercial de ciertas especies han dado cuenta de algunas extinciones y de graves despojos.

Impacto sobre la fauna silvestre

La presencia humana en los espacios naturales produce una amplia variedad de efectos sobre las poblaciones de animales silvestres: cambios en la fisiología, comportamiento, reproducción, niveles de población, composición de especies y diversidad. Pero no a todos los animales les afecta de la misma manera, ya que las distintas especies presentan diversos grados de tolerancia ante las interacciones con los seres humanos. Incluso dentro de la misma especie, el nivel de intolerancia puede variar dependiendo de la época del año, temporada de cría, edad de los animales, tipo de hábitat. Algunos animales se sienten atraídos por la presencia humana, generalmente debido a la posibilidad de conseguir alimento y alteran su conducta en respuesta a ello (zorros, roedores, cabras).

- En general, las especies menos tolerantes a la presencia humana desaparecen de las zonas frecuentadas, en tanto que proliferan las que mejor se adaptan a tales condiciones. El resultado es una disminución global de la diversidad.
- La presencia frecuente de seres humanos en determinadas zonas puede alterar drásticamente la conducta normal de los animales. Por ejemplo, hay especies que desaparecen de la zona, otras modifican sus patrones diarios de uso de la misma (salen sólo mucho después de que se hayan ido las personas o adquieren hábitos nocturnos); otros llegan a habituarse y se vuelven mansos. La disponibilidad de comida humana ha producido alteraciones de los hábitos alimentarios de muchos animales en las áreas recreativas.
- Una parte de las molestias no intencionadas se produce en el transcurso de la actividad de fotógrafos, observadores de pájaros, escaladores, practicantes de parapente y el "todo terreno" y, en general, al transitar fuera de los caminos habituales.
- Otra fuente de perturbaciones es la acampada en lugares críticos para la alimentación de la fauna, o bien en las proximidades de los puntos de agua, especialmente si ésta escasea.
- En muchos casos y debido a las perturbaciones, los animales se marchan de sus territorios de caza, zonas de cría o áreas familiares y frecuentemente se ven relegados a lugares más desfavorecidos (menos recursos alimentarios, menos refugios, peor clima o más elementos de competencia con otros individuos o especies). El balance acostumbra a ser una reducción en la tasa de reproducción.
- Si a la presencia humana se suma la presencia de sus mascotas (perros por lo general), las perturbaciones y molestias a la fauna silvestre son de mucho mayor magnitud que las provocadas por la sola presencia humana.
- Por cada especie animal directamente afectada por las actividades recreativas, son muchas más las afectadas indirectamente por la modificación de sus hábitat. Hay animales que resultan beneficiados a consecuencia de las visitas humanas frecuentes a la montaña, como todos los que aprovechan las basuras y los restos de comida. Sin embargo, todos estos hechos suponen alteraciones exógenas de las condiciones naturales de los animales, que se traducen en la ruptura del equilibrio de sus complejos sistemas biológicos.

Impacto sobre las aguas

- Las actividades recreativas que se realizan en los entornos de aguas de montaña o en ellas mismas (acampada, baño, vadeo, descenso de barrancos, descenso en balsas o *kayak*) inciden en sus propiedades y en los ecosistemas acuáticos a través de varios mecanismos. Los principales son el incremento de la materia orgánica, la resuspensión de los sedimentos del fondo y la contaminación por basura y productos químicos vertidos.
- Los lagos y lagunas de montaña constituyen ecosistemas muy particulares, en los que la comunidad viva se mantiene en un delicado equilibrio que está dado por las especiales condiciones de temperatura, presión e insolación del medio que las rodea. En áreas muy frecuentadas, la lluvia y el viento arrastran hacia el agua cantidades de nutrientes y de tierra superiores a lo normal, procedentes del pisoteo del suelo, así como restos fecales y otros residuos orgánicos (detergentes, jabones, restos de alimentos). La gran intensidad lumínica de las alturas contribuye a que este incremento de nutrientes se traduzca en un crecimiento rápido y anormal de microorganismos y plantas acuáticas. Además, la descomposición de la materia vegetal muerta disminuye la concentración de oxígeno en el agua e incrementa la turbidez. Ambos hechos afectan negativamente a muchas especies faunísticas, de tal modo que acaba alterándose la composición de las cadenas tróficas, pues las especies más tolerantes a la falta de oxígeno van tomando el lugar de las más exigentes.
- Las actividades que remueven los sedimentos del fondo en las corrientes y lagos o lagunas poco profundos (baño, remo, vadeo) liberan a las aguas importantes concentraciones de fosfatos y otros nutrientes que se hallaban retenidos en dichos sedimentos, contribuyendo igualmente a la elevada producción vegetal de las aguas. El hecho de removerse los sedimentos tiene otros efectos sobre los seres vivos: las materias finas en suspensión dificultan la visión de los peces y la alimentación de los filtradores, y también puede lesionar los delicados tegumentos respiratorios de sus branquias y agallas; por otra parte, cada vez que los sólidos en suspensión vuelven a sedimentarse, se van alterando una y otra vez las zonas de refugio, cría o alimentación de varias especies acuáticas.
- El tránsito a pie por los lechos de los torrentes puede destruir la vegetación acuática, la micro y macrofauna que habita las aguas, el desove de los peces y anfibios, perturbando el hábitat de los animales.
- Otros efectos del uso recreativo de las aguas pueden ser el vertido de hidrocarburos y aceites procedentes de motores fuera de borda y la contaminación por detergentes y basuras.
- La elevada concurrencia humana puede favorecer la presencia de agentes patógenos en el agua (especialmente en época de lluvias), ya que en las heces humanas se encuentran más de cien tipos de virus, bacterias y protozoos. Por el contrario, los visitantes pueden resultar afectados debido a la contaminación fecal de las aguas por animales silvestres o el ganado.

Sugerencias para el visitante de las montañas

Es cierto que la afluencia masiva de personas a un espacio natural siempre conlleva determinadas repercusiones ambientales. No es menos cierto que el tipo y la intensidad de tales repercusiones varían de unos usuarios a otros. A veces, un pequeño número de individuos especialmente destructivos puede ocasionar impactos mucho más graves que un gran número de usuarios educados y conscientes de la vulnerabilidad del lugar en que se hallan.

La educación, la sensibilidad y el respeto no sólo hacia la naturaleza sino también hacia los demás visitantes, pueden hacer mucho para que nuestro paso por las zonas naturales resulte casi imperceptible. Si nos esforzamos un poco, el lugar que visitamos quedará mejor si bajamos algo de basura que encontremos tirada.

Es una buena idea informarse todo lo posible en relación con la zona que uno va a visitar por primera vez. De este modo, adquiriremos conocimientos útiles, nos haremos una idea de lo que la naturaleza y el clima pueden depararnos y estaremos en condiciones de planificar nuestras actividades con más seguridad y eficacia.

Una buena forma de empezar a hacer bien las cosas es practicar estas sencillas reglas:

- Piensa en las experiencias que deseas vivir cuando vas a la montaña y haz todo cuanto esté a tu alcance para que los que vengan después de ti también puedan disfrutar de esas vivencias.
- Todo lo que subas contigo a la montaña, llévatelo de vuelta.
- Siempre que los haya, procura seguir los senderos marcados. No atajes cortando por las "zetas" de los caminos, porque ello produce erosión en el terreno.
- Cuando el camino atraviesa un prado es preciso caminar en fila y pasar las zonas fangosas sin tratar de rodearlas. Así estarás contribuyendo a que no se ensanchen y multipliquen los senderos (creación de sendas paralelas).
- Camina con ligereza en aquellas zonas donde no exista sendero, procurando pisar sobre superficies inalterables (piedras) para minimizar el daño a la vegetación.
- Cuando el itinerario deba atravesar una zona con vegetación donde no exista camino, haz que tu grupo se disperse en lugar de caminar en fila india. Esto resulta menos dañino para la vegetación y minimiza el impacto erosivo del paso del grupo.
- Recoge todos los desperdicios que encuentres en la vía o itinerario de caminata, ya sean tuyos o de gente que estuvo ahí antes que tú.
- Evita dejar hitos, banderas de marcaje o cualquier otro objeto que hayas puesto para guiarte.

En los lugares de acampada

- Siempre que sea posible, acampa en zonas preestablecidas, sobre terreno desnudo de vegetación.
- Como segunda alternativa, cuando no exista un lugar de acampada adecuado, acampa sobre nieve o suelo de roca.
- Evita acampar sobre las praderas; si no queda más remedio, ten en cuenta que las plantas herbáceas y los juncos son más resistentes que las plantas leñosas. Si tienes que acampar en una pradera, procura ser particularmente cuidadoso; no permanezcas más de una o dos noches en el mismo punto.
- Evita acampar muy cerca de los cursos de agua, sobre todo si ésta es escasa en la zona, pues muchos animales podrían quedarse sin beber por miedo a la presencia humana.
- Procura limitar la erosión en torno a los cursos de agua. Utilizar un bidón o recipiente grande no sólo es más cómodo sino que reduce el número de viajes en busca de agua y los consiguientes efectos de erosión y otras formas de impacto.
- Controla tu material de campamento y mantenlo ordenado para evitar perder u olvidar partes de tu equipo en caso de que corra viento o caiga una nevada.
- Al abandonar tu zona de campamento, deja el sitio limpio.

Las cocinillas o anafes

Utiliza siempre un anafe para calentar agua o cocinar: nunca hagas fogatas u hogueras. Aparte del peligro de incendio, la recogida de leña favorece el pisoteo del terreno y de árboles jóvenes, acaba creando senderos innecesarios y priva al suelo de un valioso capital de materia orgánica.

Lavado

- Lávate lejos de la zona de acampada y de las fuentes de agua o manantiales. Hazlo al menos a 60 metros de distancia de la fuente de agua; se ha comprobado que a partir de esa distancia, la posibilidad de contaminar el curso de agua es mínima

- Usa únicamente pequeñas cantidades de jabón biodegradable, o preferiblemente nada (muchos de los productos que dicen ser biodegradables en realidad no lo son, o su degradación supone un largo período de tiempo). Es posible lavarse y quedar limpio sustituyendo el jabón por unos segundos de “acción mecánica” del agua y un guante de crin.
- No laves ni friegues utensilios de cocina directamente en los arroyos. Hazlo al menos a 60 metros de distancia de la fuente de agua. No ocupes productos químicos (detergentes) para limpiar tus utensilios de cocina; es mejor calentar un poco de agua en el anafe y lavarlos en ella con una esponja.

Animales

- No alimentes a los animales salvajes, bien sea deliberadamente o abandonando restos de comida.
- Deja tus mascotas en casa.

Basura y desperdicios

- Recoge y lleva contigo la basura que has generado y, si es posible, los restos abandonados por otros grupos.
- No entierres ni botes ninguna clase de basura, ni siquiera la de origen orgánico.
- Minimiza la basura que llevarás contigo envolviendo la comida en bolsas livianas o reusables y fáciles de retornar. Deja los envases comerciales en la ciudad.
- Trae el papel higiénico de regreso en tu basura.
- Los excrementos humanos deben recibir, dependiendo del lugar, un “tratamiento” especial (ver siguiente punto). Recuerda que el “baño” se debe ubicar al menos a 60 metros de las fuentes de agua.

¿Qué hacer con los restos fecales humanos?

Como ocurre con otros aspectos de la vida al aire libre, ir al “cuarto de baño” no es un asunto tan sencillo. A medida que aumenta el número de visitantes a las montañas, aumentan los problemas asociados con sus excrementos: contaminación del agua, daños al suelo y a la vegetación, papel higiénico en forma de basura; aún más desagradable es la posibilidad de tropezar con las deposiciones al acampar o transitar. Los problemas son aún mayores en las áreas árticas y en las montañas de gran altitud, donde las heces se descomponen muy despacio, o simplemente no se descomponen.

En ciertas zonas y países se está empezando a instar a los visitantes de las montañas a que empleen otros métodos de tratamiento o “gestión” de sus residuos fecales, incluyendo el de transportarlos consigo y sacarlos de los espacios naturales como cualquier otro tipo de residuo. A continuación se describen algunas fórmulas; la elección apropiadas para cada caso dependerá del área en que nos encontremos.

Papel higiénico

Lo ideal sería llevarse el papel higiénico usado con el resto de la basura. En zonas de bosque con suelo orgánico se admite la solución de enterrar el papel junto con las heces, aunque igual pasará mucho tiempo antes de que éste acabe de descomponerse. Es muy aconsejable adquirir el hábito de llevar con nosotros bolsas de plástico destinadas a guardar el papel higiénico usado. Otra posibilidad consiste en buscar alternativas al papel higiénico: piedras, hojas, nieve.

El “hoyo de gato”

En bosques u otras áreas con suelo orgánico y a baja cota, podemos excavar un pequeño agujero llamado “hoyo de gato” para enterrar los excrementos sólidos. Busca un sitio que diste al menos 60 metros de los cursos de agua o de sus lechos secos, de los caminos, zonas de acampada y lugares de reunión de la gente.

Con el piolet o un pequeño útil de jardinería (palita), excava un hoyo de 15 a 20 centímetros de profundidad en la capa orgánica del suelo. Luego, cubre tus heces con

tierra y déjalo todo con el aspecto más natural posible. En este tipo de suelo, las heces se descompondrán rápidamente. En los suelos minerales o rocosos de la alta montaña no es recomendable enterrar las deposiciones sólidas, ya que en estos ambientes la materia orgánica no se degrada con facilidad.

Recogida y transporte

La fórmula de mínimo impacto para la "gestión" de los excrementos consiste simplemente en llevárselos dentro de una bolsa. Dos variedades especialmente sofisticadas de esta técnica se están recomendando y empleando ya en muchas áreas protegidas norteamericanas: el sistema de la "bolsa azul" y el del tubo contenedor.

El sistema de la "bolsa azul"

Este sistema se está utilizando en rutas glaciares muy transitadas de algunos parques nacionales de los EE.UU. Se entrega a los visitantes una serie de juegos de bolsas de plástico con cierre hermético. Cada uno de estos juegos consta de dos bolsas: una exterior y otra interior de color azul. El montañero usará la bolsa azul a modo de guante para tomar la deposición sólida, le dará la vuelta a la bolsa y la sellará antes de guardarla en el interior del envase exterior, que a su vez cerrado, queda listo para el transporte. Todas las bolsas acompañarán al montañista hasta el final de su recorrido, donde las autoridades del parque tienen previsto un lugar adecuado para su depósito.

Los visitantes de las montañas pueden difundir el uso de esta técnica en otras áreas, llevando sus propias bolsas de plástico para almacenar las heces y traerlas de vuelta a la ciudad.

El tubo contenedor

Se trata de un buen sistema casero para almacenar y transportar residuos orgánicos sólidos. Se desarrolló en el Parque Nacional de Yosemite (EE.UU.) para dar solución al problema de este tipo de restos en la escalada de grandes paredes. Para utilizar el tubo contenedor es necesario llevar unas cuantas bolsas pequeñas de papel, un recipiente de plástico resistente con tapa hermética y un poco de arena para gatos o cloruro cálcico. La persona defeca dentro de una bolsa, añade un poco de arena para gatos para absorber el olor y la humedad, cierra la bolsa y la deposita dentro del recipiente de plástico. Puedes hacer tu propio recipiente con un trozo de tubo de plástico de 10 cm de diámetro. Corta el tubo del largo que prefieras; pégale una tapa fija en un extremo y una tapa con cierre de rosca en el otro. Al final de la actividad podrás tirar las bolsas de papel en un sanitario y limpiar el contenedor de plástico para usarlo nuevamente.

Finalmente recuerda:

Lo que lleves a la montaña, regrésalo... y lo natural que encuentres, déjalo allá.

Bibliografía

- "Manual completo de montaña". Pepi Stückl y Georg Sojer. Ediciones Desnivel. España.
- "Montañismo. La libertad de las cimas". Ediciones Desnivel. España.
- "No deje rastro. Cómo disfrutar de la naturaleza sin dañarla". NOLS. Coyhaique, Chile.
- "El país frágil. Las montañas deben sobrevivir". Rosa Fernández Arroyo. Ediciones Desnivel. España.
- "Chile andinista. Su historia". Evelio Echevarría. Ediciones El Mercurio. Santiago, Chile.
- "Historia del Andinismo en Chile". Gastón San Román Herbage.

- “Ecología del paisaje en Chile central. Estudios sobre sus espacios montañosos”. Eduardo Fuentes y Sergio Prenafeta, editores. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- UICN Programa de Áreas Protegidas serie N°2: “Lineamientos para áreas protegidas de montaña”. Comisión de Parques Nacionales y Áreas Protegidas (CNPPA). Sintetizado y editado por Duncan Poore.

Fuente: Gerardo Saffer K., Instructor de Montaña, Proyecto PROTEGE Año 2000