

Capítulo de libro publicado en: "Aguas de Sierra Nevada". E. Ed. EMASAGRA. ISBN: 84-604-8103-4, 185-252. 1993

LAS AGUAS DE SIERRA NEVADA

por el

Dr. Antonio Castillo Martín

Hidrogeólogo del Instituto Andaluz de Geología (CSIC-Univ. Granada)

LAS AGUAS DE SIERRA NEVADA

Capítulo I.- EL AGUA EN SIERRA NEVADA

Acerca de la historia geológica de Sierra Nevada; un ensayo de delimitación hidrológica de la Sierra; la permeabilidad de las rocas de Sierra Nevada; Sierra Nevada: una "mina" de agua; el ciclo del agua: aguas del cielo, superficiales y subterráneas

Capítulo II.- LAS AGUAS QUE CAEN DEL CIELO

De la pluviometría y de las aguas que caen del cielo; grandes tormentas y aguaceros; refranero popular

Capítulo III.- LAS AGUAS QUE ESCURREN

Vertientes y contrastes hidrológicos; los ríos; de la formación de avenidas; las lagunas; los embalses de superficie y otras obras civiles de regulación

Capítulo IV.- LAS AGUAS QUE SE INFILTRAN

Acuíferos y aguas subterráneas; borreguiles y chorreras de la alta montaña; otras fuentes y manantiales

Capítulo V.- MISCELANEA

Apuntes sobre la calidad de las aguas; aguas minero-medicinales: las aguas de Lanjarón; algunas consideraciones acerca de la regulación de las aguas; referencias mineras: el oro del río Genil

Referencias bibliográficas

CAPITULO I.- EL AGUA EN SIERRA NEVADA

Acerca de la historia geológica de Sierra Nevada

Al final de la Era Primaria, hace más de 300 millones de años, se empezaron a depositar en el Thetys, antepasado del Mediterráneo, los sedimentos que hoy componen las rocas de Sierra Nevada. Con el devenir de los milenios, la sedimentación cambió de naturaleza varias veces y continuó durante más de 250 millones de años. El espesor creciente de los materiales apilados durante ese tiempo hizo aumentar la presión y temperatura, hasta convertir la mayor parte de los sedimentos iniciales en duras rocas metamórficas. Durante este tiempo los materiales se fracturaron, y hubo mineralizaciones y salida de rocas magmáticas. Hace unos 30 millones de años la cuenca se hizo inestable y empezaron a producirse deslizamientos en masa desde el Sur; los materiales se apilaron en mantos de corrimiento.

Hace unos 20 millones de años el ambiente sedimentario se truncó definitivamente con el choque de las placas africana y euroasiática; la fisonomía del territorio se trastocó totalmente, produciéndose ya en esa época una estructuración montañosa preludio de la que conocemos hoy día; producto del plegamiento fue la emersión de toda la Cordillera Bética, desde Cádiz hasta Murcia. De esta orogenia, denominada Alpina, fueron coetáneas la mayor parte de las grandes cordilleras euroasiáticas, como los Alpes o El Himalaya. Aún hoy día, la cordillera sigue elevándose por el empuje de las placas, al tiempo que las depresiones del contorno continúan hundiéndose paulatinamente; esta fuerte actividad tectónica, oculta a los ojos del profano, pero muy evidente para los estudiosos de la geología, es la responsable de la alta sismicidad que caracteriza a esta región alpina del Sureste andaluz.

A este respecto, es curiosa la explicación que daba Ponce de León en 1806 (en Titos, 1990) sobre el origen de los terremotos, muy relacionados, según él con la hidrología de la Sierra; en su opinión: *El agua de las lagunas, de las nieves que cubren la mayor parte del año su superficie y la de los ríos del deshielo y de los manantiales, se filtra permanentemente hasta el interior de estas montañas, disolviendo las sales e impregnando por todas partes las capas pizarrosas. Lo constante de la filtración y la existencia del manto superior de nieve impide la ventilación inferior, formándose condensaciones de gases que se concentran en un punto determinado foco, donde, al alcanzar un determinado nivel, se produce la descarga eléctrica que constituye el terremoto.*

El plegamiento de los materiales ya metamorfizados hizo emerger en el sector central y superior de la Sierra a los más antiguos de toda la Cordillera Bética; denominados micasquistos, y por las gentes del lugar lastras, lajas, pizarras..., son de color gris-oscuro debido a la abundancia de grafito, y emiten multitud de reflejos al sol por las micas que contienen. Desde antiguo se han venido utilizando en mampostería y en el techado y solado de las construcciones del lugar. Estos materiales son los que conforman toda la alta montaña nevadense, incluida toda su línea de cumbres. En afloramientos más localizados aparecen otras rocas como esquistos, cuarzoquistos, micacitas, mármoles, cuarcitas, gnéises, serpentinas, eclogitas o anfibolitas. Todo este paquete de materiales se conoce entre los científicos con el nombre de Complejo Nevado-Filábride.

Encima de ese Complejo se dispuso, en su época, otro denominado Alpujárride; la tectónica y la erosión fueron las responsables de que hoy día solo se conserve en los bordes de la Sierra, rodeando a modo de envoltura, orla o collar, al núcleo de materiales antes referidos. El Complejo Alpujárride está compuesto mayoritariamente por rocas carbonatadas; las mejor representadas son las dolomías, aunque también existen algunos tramos de calizas y de

calizo-dolomías; las gentes del lugar denomina a estos terrenos como calares; se depositaron al principio de la Era Secundaria y son muy diferentes a los anteriores; sus montañas destacan claramente por lo abrupto de las laderas y, sobretodo, por los blancos arenales que presentan; constituyen todas los relieves y elevaciones de la media y baja montaña occidental. Estos paquetes carbonatados se dispusieron en varios mantos de corrimiento superpuestos, variables en litología y espesor de unos sectores a otros. La base de estos carbonatos está ocupada por filitas de colores violáceos o azulados. Conocidas por launas por las gentes del lugar, son utilizadas para impermeabilizar conducciones, estanques y sobretodo los "terraos" (cubiertas de las casas de La Alpujarra).

Estas son las rocas principales de la Sierra, pero no las únicas, como ya se apuntó anteriormente; la variedad y riqueza de rocas y minerales de Sierra Nevada ha dado lugar a Tesis y libros muy gruesos; sin olvidar, la intensa actividad minera desarrollada por muchas civilizaciones en sus cumbres y laderas.

Naturalmente, la geología no se detuvo ahí; tras el plegamiento alpino y la emersión de la cordillera se formaron las principales fallas de borde, al tiempo que los desequilibrios altitudinales activaron los procesos erosivos; la sedimentación se instauró en las depresiones del contorno, alimentadas ahora a partir de la denudación de los relieves recién emergidos; empezaron a producirse acarreo de pie de monte y abanicos aluviales, y a apilarse conglomerados y arcillas arrastrados por los torrentes y ríos, que recién formados bajaban con un gran ímpetu desde las alturas; y esto se viene produciendo desde hace "solo" unos 15 millones de años. Pero pasemos las hojas del tiempo más deprisa.

En el último millón de años la región sufrió, al menos en dos ocasiones, el embate y posterior retirada de los hielos del Norte, que, en forma de glaciaciones, ocuparon principalmente la franja superior a los 2.000 m de Sierra Nevada. Los animales más meridionales fueron sustituidos por osos, lobos y cabras monteses; las plantas del Polo Norte colonizaron las riberas del Mediterráneo. Estos sucesivos períodos glaciares e interglaciares provocaron un acusado modelado en la Sierra. De los avatares de esa época se conservan multitud de huellas como son la fuerte alteración superficial de la roca, las lagunas de la Sierra, los valles superiores en forma de U, las rocas aborregadas y arañadas por el paso de los hielos, los sedimentos morrénicos colgados en las alturas, los bloques erráticos o los profundos desfiladeros originados aguas abajo por las impetuosas aguas de los deshielos.

Y desde hace sólo unos 500.000 años nuestros primitivos ancestros se asomaron, quizás por primera vez, a este decorado. Para ellos la Sierra tuvo que ser difícilmente accesible por lo rudimentario de sus materiales y de sus técnicas, y por la agresividad de los depredadores y del clima; no se cree que la habitaran de forma estable, al igual que sus piezas de caza, que expulsadas por los hielos y los fríos ocupaban zonas más bajas; sus poblados se han encontrado en las depresiones y en las montañas subbéticas de la periferia; y desde estos refugios de caza de Sierra Arana, Orce o Cúllar Baza, debieron contemplar fascinados el resplandor de esta enorme alineación de hielo, y el rugir de los glaciares y de los ríos en primavera.

El calentamiento cíclico de la tierra empezó a fundir el hielo de la última glaciación hace unos 10.000 años, lo que hizo subir el nivel de los mares hasta su posición actual; el último vestigio vivo de aquella lejana época quizás lo constituya el corral del Veleta, hoy día el último reservorio de nieves perpetuas; pero ya se presiente su paulatina desaparición sentenciada por ese calentamiento más peligroso que, por el efecto invernadero, parece que se nos avecina.

Un ensayo de delimitación hidrológica de la Sierra

La Naturaleza es un mosaico de elementos continuos, y difícilmente admite cambios netos en una línea trazada sobre un mapa; en la mayoría de las ocasiones trazar esas rayas delimitadoras puede resultar una herejía, pero esta parcelación es una tarea necesaria si se la quiere estudiar de forma sistematizada. Cuando se habla de Sierra Nevada la gente suele entender su individualización bastante bien; se trata de una elevación montañosa relativamente aislada, que destaca, con forma de domo alargado, sobre el resto del territorio. Sin embargo, en el detalle no es tan fácil de trazar la línea delimitadora de este macizo, sobretodo en algunos de sus bordes; dicha tarea va a ser el objetivo de este apartado; este acotamiento, imperfecto y discutible como ya se ha apuntado, será, en todo caso, el referente geográfico de los comentarios que se hacen a continuación sobre: "**Las aguas de Sierra Nevada**".

Como primera, y muy válida, aproximación, se podría decir que Sierra Nevada termina allí donde se produce el cambio de pendiente entre la montaña y el llano. Con este criterio topográfico, y con los muy relacionados de la geología y de la hidrología, vamos a intentar hacer esta delimitación con más detalle.

Es obligado empezar situándonos en algún punto de su perímetro; el pueblo de Béznar (Granada), en la vertiente Sur, es un buen lugar para iniciar este periplo cartográfico; pues bien, siguiendo el giro de las agujas del reloj, la Sierra desaparece al entrar en contacto, mediante fallas, con los materiales detríticos más recientes que colmatan las depresiones de Padul-Dúrcal y de Granada. Estos dan unos relieves alomados, no rocosos, en claro contraste con los escarpados y arenales de las dolomías existentes en este borde de la Sierra. Muy evidente es el límite entre los pueblos de Nigüelas y El Padul, donde existe una rectilínea falla, jalonada por unas impactantes canteras de áridos, y unos bien desarrollados abanicos aluviales. Muy manifiesto, también, es este cambio si nos adentramos, de Sur a Norte, por el cauce de los ríos Torrente, Dúrcal, Dílar, Monachil, Genil o Aguas Blancas.

Llegados al río Aguas Blancas, y remontando su curso se accede al precioso embalse de Quéntar, situado muy próximo al contacto geológico aludido; pero a partir de aquí, y hasta el pueblo de La Peza, la delimitación se hace más complicada. Se trata de un tramo de unos 20 km, en el que geográfica y geológicamente Sierra Nevada se hace continua con las vecinas sierras de La Peza, Huétor e incluso Arana. En ese tramo las dolomías alpujárrides tienen continuidad, y el aspecto de barrancos y sierras es similar; aquí ya no es posible recurrir al fácil modelo de la montaña y el llano. Lo menos comprometido es convenir, más arbitrariamente en este caso, que el límite coincida con el río Aguas Blancas hasta el anejo de Tocón de Quéntar, para cambiar de divisoria, por la cañada del Vinagre, y descender por el vecino río Morollón, hasta llegar al pueblo de La Peza.

Desde éste, el criterio topográfico y geológico vuelve a ser claro; se repite el esquema de la montaña y el llano, y el pasar de los materiales rocosos de la Sierra, pizarrosos en este caso, a otros detríticos, de relieves planos o alomados, pertenecientes al relleno de la Depresión de Guadix. ¡Qué bien se ve este cambio en todo el llano del Marquesado!. Con esta ayuda se llega prácticamente hasta el pueblo de Alboloduy, ya en la provincia de Almería.

Desde Alboloduy, en el extremo más oriental del macizo, el criterio sigue siendo el mismo hasta llegar a Cádiar (otra vez en Granada), y lo único que cambia son los materiales detríticos, que, parecidos a los anteriores, ahora pertenecen a la Depresión alpujarreña de Canjáyar-Ugíjar; es de destacar, no obstante, la estrechez de ese corredor en las cercanías de Laujár, desde donde queda a un tiro de piedra de meridional sierra de Gádor.

Pero desde Cádiar, y hasta cerrar el perímetro en Béznar, nuevamente hay que utilizar el bisturí. En un tramo de unos 50 km, la Sierra nuevamente presenta continuidad geológica, en este caso con la sierra esquistosa de La Contraviesa primero, y más adelante con las dolomíticas de Lújar y de Los Guájares. En esa tesitura lo más razonable es volver a utilizar los

ríos que separan a estas montañas; el río Guadalfeo, que pasa a orillas de Cádiar es una invitación a seguirlo en su descenso hasta llegar a la confluencia con el Izbor; desde aquí, ya solo queda, finalmente, ascender por él para llegar al pueblo de Béznar, de donde iniciamos este recorrido.

El itinerario descrito presenta un perímetro próximo a los 400 km, en el que se encierra el convenido sistema hidrológico de Sierra Nevada; la forma resultante es la de un ovoide de dirección aproximada Este-Oeste de 80 km de largo; su anchura es variable, llegando a ser de unos 35 km en su mitad occidental, sobre el meridiano de El Caballo (3.015 m), y de unos 20 km en la oriental, sobre el meridiano de El Chullo (2.609 m), en las proximidades del puerto de La Ragua. La superficie resultante de esta forma irregular es de unos 2.000 km² (200.000 has.). El Parque Natural de Sierra Nevada está incluido dentro del perímetro descrito, siendo su superficie de unos 1.700 km².

La permeabilidad de las rocas de Sierra Nevada

En Sierra Nevada coexisten, como ya se ha dicho, dos grandes conjuntos rocosos. Los micasquitos (pizarras, lajas, lastras en términos vulgares), que ocupan el 80 % de la superficie más elevada, y las dolomías (calares), que se sitúan en las partes más bajas del tercio occidental del macizo. Esto es, como ya se apuntó, una forzosa simplificación geológica, existiendo, a escala local, una gran variedad de rocas y minerales.

Como generalidad de partida, se puede admitir que los micasquitos son impermeables y las dolomías permeables. No obstante, la heterogeneidad intrínseca de la naturaleza dota a estos materiales de comportamientos diferentes de unos sectores a otros, y no tan claramente definidos frente al agua.

Los micasquitos nevado-filábrides en su estado inalterado rechazan el agua, es decir son impermeables. Pero en ese estado no existen en la naturaleza. No olvidemos que los de Sierra Nevada fueron sometidos a un fuerte plegamiento, y una vez descomprimidos estuvieron expuestos a los rigurosos agentes erosivos de la alta montaña, y así llevan más de 15 millones de años. El resultado es que están fuertemente fracturados, y muy descompuestos en superficie por la acción de los hielos, el agua y el viento. No se caracteriza la Sierra, precisamente, por ser abrupta, con lógicas excepciones, entre las que destacan los contrafuertes del Veteta, Mulhacén y Alcazaba. En general, dominan las lomas suaves, aunque pendientes, y las formas redondeadas del paisaje, modeladas por la acción de los agentes erosivos. La roca madre está generalmente tapizada por roca descompuesta y débiles niveles de suelo.

Existen multitud de evidencias de que los micasquitos de Sierra Nevada presentan, afortunadamente, una cierta capacidad de almacenar y transmitir el agua. Dos son las posibilidades de que esto ocurra; una, es que el agua discurra en profundidad por fracturas, y otra que lo haga por la capa de alteración superficial; la constatación de que estas circulaciones subterráneas se producen la representan cada uno de los miles de pequeños nacimientos de agua que manan de estas laderas esquistosas.

En general, casi todos los humedales (chortales, chancas, borreguiles, chorreras, etc.) que dan lugar a pastizales y praderas de verano, cuando ya no existen ventisqueros que las alimenten, responden al lento drenaje subsuperficial de las aguas que circulan por la franja de alteración de los micasquitos. Las aguas emergen de forma difusa; no se sabe bien de donde nacen, pero, en la mayoría de los casos, se observa que de esas manchas de pastizal surgen chorreras y arroyuelos, que poco a poco van ganando caudal. Al final, unos sumados a otros, terminan representando apreciables cursos de agua permanente, que suponen el mantenimiento de los caudales de estiaje de los ríos de la Sierra.

Pero si uno se da una vuelta por la baja Alpujarra, allí donde la orla dolomítica es muy estrecha o no existe, comprobará, con sorpresa, que también hay nacimientos y fuentes; tampoco son caudalosos, y, en este caso, no van acompañados de praderas. Son manantiales que surgen de las profundidades de la roca, conducidas por fracturas. Se trata de aguas viejas; algunas son termales, y la mayoría contienen gases disueltos y dejan depósitos ferruginosos. Existen en casi todos los pueblos de La Alpujarra y del Marquesado, y son muy conocidas.

Junto a los micasquistos se presentan, de vez en cuando, unos reducidos afloramientos de rocas como cuarcitas, cuarzo-esquistos o, mejor, mármoles, que poseen una cierta permeabilidad y generan pequeñas fuentes localizadas en sus puntos más bajos, que en poco se parecen a las surgencias descritas hasta ahora.

Las dolomías alpujárrides (calizas, calares en la jerga más común) presentan un comportamiento totalmente distinto. Son rocas muy intensamente trituradas y fracturadas (a eso alude el término kakiritas, con el que también se las conoce), y han estado sometidas a moderados procesos de disolución por las aguas de precipitación. Estos procesos, propios del modelado kárstico de todas las montañas carbonatadas, han dado lugar a pocas formas kársticas (lapiaces, dolinas, cavidades...); unas de las más carismáticas en la Sierra quizás sean los pitones o dientes de vieja. La permeabilidad de la roca se debe más bien a la intensa trituración de la misma, que ha provocado ese aspecto arenoso tan característico. Esta fuerte trituración es la responsable de la densa red de drenaje existente, que no se corresponde con la permeabilidad de la roca; la mayor parte de las escorrentías de estos cauces se infiltran aguas abajo.

Pero, también aquí se dan ciertas singularidades que provocan, en este caso, comportamientos menos permeables de lo que sería de esperar; existen en cada transversal varios mantos superpuestos, y además son frecuentes las compartimentaciones dentro de ellos; hay tramos menos fracturados y karstificados donde el agua no es admitida con tanta facilidad; importante papel hidrogeológico juegan los niveles impermeables de filitas violáceas (launas) de la base de los diferentes mantos de corrimiento, que suponen una barrera a la infiltración de las aguas; y, qué decir de las fuertes pendientes que caracterizan a estas montañas dolomíticas, en las que el agua toma tanta velocidad que, en muchos casos, supera la capacidad de infiltración. Tras lluvias intensas, es usual la salida de barrancos y ramblas de estas sierras, los cuales generan llamativos depósitos arenosos de pie de monte, en forma de abanicos y conos aluviales (La Zubia, Padul-Dúrcal...).

Las aguas infiltradas pueden discurrir por varios caminos, dando lugar a su afloramiento en muy diferentes situaciones y enclaves. Existen gran número de fuentes localizadas dentro de estas montañas dolomíticas; se trata de surgencias "colgadas", de escaso e irregular caudal, pero de gran belleza y muy apreciadas para el refrigerio por los montañeros y las gentes del campo. Más escasas y caudalosas son las surgencias de borde; se trata de los aliviaderos naturales de estos embalses subterráneos; una parte manan de forma difusa y difícil de cuantificar a los lechos de los ríos que, en profundos cañones y desfiladeros, los atraviesan; en otros casos, afloran aisladamente como verdaderos surtidores de agua, normalmente en el contacto de falla con los materiales de las depresiones del contorno.

Y, por fin, una parte todavía notable, pero de difícil cuantificación, se nos escapa de forma subterránea hacia los materiales permeables de las depresiones del contorno; estas aguas no se ven, pero son las que alimentan a los niveles de conglomerados y gravas que rellenan las depresiones y vegas limítrofes, en las que se extraen con excelentes resultados con la ayuda de zanjas, pozos o sondeos.

Sierra Nevada: una "mina" de agua

En Sierra Nevada concurren una serie de factores que la hacen única en la hidrología regional. De una parte, su elevación permite que actúe de privilegiado recogedor de precipitaciones muy superiores a las del entorno; éstas son, además, muy abundantes en forma de nieve, con persistencias altas en el suelo debido a las bajas temperaturas reinantes por la altitud. Y de otra parte, su gran superficie, de unos 2.000 km², termina siendo definitiva para concentrar, a través de las cuencas que la drenan, un valiosísimo volumen de recursos hídricos, renovables anualmente. Pero eso no es todo, la escasa tasa de ocupación y de actividades antrópicas dentro de sus confines confieren a las aguas una immaculada pureza, tan rara y apreciada hoy día. Y como colofón a estos recursos, la situación geográfica de esta cordillera, dominando a amplias zonas de una fertilidad y climas excelentes, como son la Vega de Granada, el Valle de Lecrín y las vegas del litoral mediterráneo, terminan por constituir la palanca de desarrollo y riqueza de estas aguas de nieve de Sierra Nevada.

Pero, el favorable panorama descrito está condicionado por algunas sombras, que no siempre son analizadas. Los mayores aportes pluviométricos de la Sierra se dan, en gran parte, a costa de las aguas que deberían recibir otras áreas situadas a levante, cuyas nubes son cazadas por el gigante. En esas áreas, claramente semidesérticas, el equilibrio vegetal es muy difícil, y la erosión en ellas es galopante. Además, no siempre las aguas se han podido controlar y domar, y las tormentas de otoño y los deshielos agudos han arrastrado lodos, desbordado los ríos y llevado haciendas, infraestructuras y, lo que es peor, vidas humanas.

Conocer con precisión cual es el volumen de las aportaciones, su desglose en partidas y su distribución por cuencas es una asignatura todavía pendiente; con los escasos, heterogéneos y cortos registros históricos, hoy día disponibles, solo se pueden ofrecer estimaciones, que con el tiempo intentamos ir afinando. Para empezar, no se sabe bien cual es el volumen de las entradas pluviométricas del macizo, y menos aún sus salidas por evapotranspiración; muchos autores han escrito sobre este particular; existe una escasa red de estaciones pluviométricas, y es dudosa la fiabilidad de las situadas por encima de los 2.000 m; por esta razón se han barajado cifras muy dispares sobre el valor y distribución de las precipitaciones en Sierra Nevada.

Por otro lado, ¿cuanta es el agua que sale de Sierra Nevada?. Esta pregunta es más fácil de responder, ya que la mayor parte lo hace a través de los ríos, y una colección de los más representativos poseen estaciones de aforo del caudal. A este respecto, es muy posible que los recursos drenados por los ríos de Sierra Nevada sean muy próximos a los 600 hm³/año. Pero todavía desconocemos muchos detalles; poco sabemos acerca de la cuantía y distribución de los recursos subterráneos, así como de los trasferidos a las depresiones y sistemas acuíferos limítrofes; escasa es la información también sobre los volúmenes de agua derivados por acequias y consumidos por evapotranspiración aguas arriba de las estaciones de aforo.

No es equivocado, por tanto, suponer que los recursos hídricos totales drenados por Sierra Nevada deben algo superiores a los 600 hm³/año, antes aludidos como valor de las escorrentías superficiales que salen del macizo; las últimas estimaciones apuntan hacia los 700-750 hm³/año, como valor más probable de los recursos hídricos totales de Sierra Nevada; estando de acuerdo en estas grandes cifras, el desglose preciso de los recursos por partidas y por cuencas es, como se comentó anteriormente, muy problemático con los conocimientos actuales.

Si Sierra Nevada drenara todos sus recursos hídricos a través de un único río, este necesitaría un caudal medio anual de 21.000 l/s para justificar los 700 hm³/año de aportaciones estimadas.

Por cuencas hidrográficas, la que drena superficialmente mayores volúmenes de agua al año es la del río Guadalfeo, con 300 hm³. A este aporte siguen los de las cuencas de los ríos Genil (175 hm³), Fardes (80 hm³), Adra (30 hm³) y Andarax (15 hm³).

El ciclo del agua: aguas del cielo, superficiales y subterráneas

El uso frecuente de términos como: aguas de precipitación, superficiales y subterráneas puede hacer pensar que existe una compartimentación estanca entre ellas; basta observar el devenir de un aguacero para salir de dudas; las aguas están fuertemente entrelazadas en sus caminos, y la acción sobre cualquiera de ellas afecta a las demás; el agua es solo una. El agua madre es la contenida en los océanos y mares, y representa el 99 % del agua del planeta. Una vez evaporada, es transportada por los vientos hasta que termina "tomando tierra". De este agua nacerán los otros dos tipos, las superficiales y las subterráneas.

Sierra Nevada, como la gran mayoría de las sierras, se alimenta exclusivamente del agua que le cae del cielo. No existen caudalosos ríos que la atraviesen provenientes de lejanas tierras, ni misteriosos túneles que la comunican con el mar Mediterráneo, como todavía es frecuente oír. Bien es verdad que las aguas que recibe del cielo pueden ser de distinta naturaleza; la mayor parte proceden de las precipitaciones (lluvia, nieve, etc.), aunque otros aportes menores, pero muy importantes para la vegetación, tendrán su origen en procesos como la intercepción (nieblas y nubes bajas) y la condensación (rocío y escarcha).

A nivel didáctico, quizás sea interesante describir la posible evolución de un aguacero en las cumbres de Sierra Nevada. Veamos pues, cuál podría ser su periplo; una vez caída, el agua se descompondrá en tres partidas:

- a) La que escurre superficialmente desde el principio, organizándose primero a través de incipientes barranqueras, para terminar engrosando el caudal de los grandes ríos.
- b) La que, tras empapar el suelo, se infiltra y escurre subsuperficial o subterráneamente, en busca de su salida por manantiales.
- c) Y la que volverá a la atmósfera de donde cayó, producto de una evaporación térmica o transpirada a través de la vegetación.

Si en vez de un chaparrón, nevó, el devenir de estas aguas quedará aplazado hasta el deshielo, que en la Sierra dependerá mucho de la exposición y situación de las cuencas, pero que se produce de forma generalizada entre los meses de Abril a Junio. Durante este período de inmovilización obligada, se perderá bastante nieve en los días soleados, al producirse fenómenos como la sublimación (paso de nieve o hielo a vapor de agua) o la fusión y posterior evaporación. Si llueve, los días son templados o soplan aires cálidos, la nieve se fundirá muy rápidamente, y el agua de fusión empapará a la roca, se infiltrará, se evaporará y, sobretodo, escurrirá dando vida a recién creados regatos y arroyuelos; en esta época se dice que la Sierra "bulle".

La escorrentía superficial generada por el aguacero o por la fusión de la nieve, se canalizará rápidamente, favorecida por las altas pendientes de la montaña, a través de la densa red de barranqueras, arroyos y torrentes; así llegará, en poco tiempo, hasta los ríos principales, por los que terminará saliendo de los límites del macizo.

Durante todo este recorrido, el ciclo del agua seguirá actuando, produciendo la merma de las aguas escurridas por evapotranspiración o por infiltración. Las restantes podrán ser retenidas por embalses, como los de Quéntar, Canales, Béznar, y muy pronto esperemos que por los de Rules y Francisco Abellán. Muy posible, también, será su derivación por alguna de las abundantísimas acequias de la Sierra, que las conducirán finalmente hacia su infiltración o evapotranspiración generalizada. En las partes bajas de algunos ríos, donde estos atraviesan, en cañones dolomíticos, a la envoltura permeable del Complejo Alpujárride, se podrán infiltrar, si bien aguas abajo los manantiales restituirán las pérdidas ocasionadas.

Pero, a propósito, se nos habían olvidado las aguas que circulan por debajo de tierra. Estas aguas subterráneas son menos manipulables por el hombre y su circular está más

predestinado por la naturaleza geológica; se infiltraron y no volverán a ver la luz hasta su afloramiento por algunos de los miles de manantiales y surgencias de la Sierra; incluso, podrán salir ya lejos de ésta, en alguna de las depresiones y valles bajos del contorno. Las habrá que surjan después de trayectos cortos, siendo hijas de las precipitaciones del año; como les ocurrirá a una gran parte de las que circulan subsuperficialmente por los cascajares de la alta montaña; otras habrá que cuando salgan por las laderas bajas serán aguas maduras, con solera, sobretodo las termales transportadas por las profundas fracturas de las rocas.

Una gran parte las perdimos de vista al infiltrarse después del aguacero o de la fusión de la nieve; en este lento proceso de empapación de la roca tendrá mucho que ver el lento goteo del deshielo y la contención ejercida por la vegetación de la Sierra; la mayor parte de estas aguas volverán a resurgir tras cortos y rápidos recorridos. Ladera abajo se irán incorporando al flujo subterráneo otras aguas a partir de su infiltración por el lecho de los cauces o de las acequias que las derivaron. Más abajo aún, en la orla dolomítica permeable la infiltración tanto de las aguas precipitadas como de las escurridas desde las laderas superiores será muy intensa. Y, al fin, poco a poco, todas irán manando allí donde la naturaleza geológica lo haya dispuesto, y se incorporarán al flujo superficial.

La mayor parte de las aguas, superficiales y subterráneas, en mezcla imposible de diferenciar saldrán finalmente por alguna de las arterias de la Sierra, que son los ríos. En las vegas y depresiones del contorno, los agricultores, al acecho, habrán dispuesto su derivación por acequias o la extracción mediante pozos de las transferidas por los aluviones y conglomerados de las vegas. No obstante, todas estas trabas serán insuficientes para retener las exuberantes y espumosas aguas del deshielo o las achocolatadas de tormentas de verano u otoño.

Otras aventuras esperarán a estas aguas superficiales más viajeras; se seguirán evapotranspirando, infiltrando, se derivarán o quedarán retenidas más lejos por otros embalses, como el de Benínar o el gigante de Iznájar. Una última fracción se reencontrará, finalmente, con La Mar que las vio nacer. El océano Atlántico quedará muy lejos para las aguas de Sierra Nevada; su camino se verá obstaculizado por continuas derivaciones de riego, infiltración, evapotranspiración y por su retención en grandes embalses. El acceso al Mediterráneo, mucho más corto y abrupto, y de regulación más limitada por el hombre, facilitará el reencuentro de estas aguas, que al principio de este relato lo abandonaron para caer en forma de chaparrón en las laderas de nuestra Sierra.

CAPITULO II.- LAS AGUAS QUE CAEN DEL CIELO

De la pluviometría y de las aguas que caen del cielo

Sierra Nevada es una magnífica elevación que sirve de muralla a los frentes de nubes que procedentes del Atlántico, y en menor medida del Mediterráneo, cruzan Andalucía; el agua caída lo es en forma de nieve en gran parte del año, sobre todo en altitudes superiores a los 2.500 m.

Antaño, ese manto níveo fue el faro de los viajeros que se acercaban a la Penibética; desde Sierra Morena o desde los campos de Jaén, se podía contemplar el espejismo; allá colgado del cielo se veía una sábana blanca: era Sierra Nevada, y el que se acercaba sabía que iba por buen camino. Este agua helada fue además decisiva para conservar los alimentos, y por tal menester constituyó el medio de vida de los neveros, que desde muchos pueblos subían de día, para transportarla caída la noche. Más recientemente es el oro blanco de los deportes de invierno, que la utilizan como plataforma de deslizamiento. Y una vez derretida, siempre fue apreciada para el abastecimiento y utilizada en creación de pastizales, arboledas y en la

agricultura de bancales, y de las vegas limítrofes. Además, la fuerza de las aguas, ganada en acusados desniveles, fue utilizada en numerosos molinos, y más recientemente para generar energía eléctrica. Esta riqueza hídrica, unida a la fertilidad de las tierras y los climas cálidos de la vertiente Sur, atrajo al hombre y provocó importantes migraciones y asentamientos humanos, donde se libraron duras batallas por el territorio.

Quizás me haya extendido en exceso para alabar los beneplácitos de estas aguas caídas del cielo; pero esto viene a cuento de mostrar la injusta dejadez que hemos tenido por medirlas y estudiarlas. Cuando hoy día reverdece la polémica sobre si nieva o llueve menos que antes, o lo hace de distinta forma, nos encontramos, con tristeza, con la ausencia de suficientes registros antiguos, que nos saquen científicamente de dudas. Tampoco sabemos mucho de los efectos pluviométricos que han ocasionado las cerca de 65.000 has. de repoblación forestal sobre sus laderas.

En la segunda mitad de este siglo se empezaron a instalar pluviómetros totalizadores en las mayores cumbres; mal conservados, y en escaso número, han aportado valores de precipitación aparentemente altos. Se han argumentado muchas causas, la principal ha sido suponer que volvían a medir la nieve arrastrada por las ventiscas, muy abundantes en las altas cumbres. Pero, en algún enclave los valores han parecido bajos, y entonces se pensó que al no estar dotados de sistema de calefacción la nieve los desbordada. Y qué decir de las precipitaciones de media ladera; se tiene la sospecha de que hay barrancos que reciben, a la misma cota, más nieve y lluvia que sus vecinos, pero no tenemos suficientes pluviómetros para demostrarlo. Estos, se sitúan, en la mayoría de los casos, más abajo, en los núcleos habitados del contorno de la Sierra.

Estas deficiencias de registro son comunes en España, y Sierra Nevada no es una excepción en esto, sino, más bien, un caso excepcional de abandono; como en otras grandes sierras, lo abrupto del relieve infiere heterogeneidades pluviométricas que acentúan las carencias comentadas. Se han realizado por diversos autores ensayos de confección de mapas de isoyetas (líneas de igual valor de precipitación, en litros por metro cuadrado); algunos han atribuido a las cotas más altas precipitaciones medias anuales del orden de 2.500 litros/m²; otros corrigieron los datos aportados por los pluviómetros totalizadores de las cumbres y dieron cifras de precipitación en torno a los 1.200 litros/m².

En un estudio anterior tuve ocasión de recopilar y estudiar las series históricas de datos aportadas por 44 pluviómetros de Sierra Nevada, casi todos ellos localizados en sus laderas bajas y alrededores; con los antecedentes estudiados y con los datos barajados me pareció que la precipitación media de las cumbres debía de estar próxima a los 1.300 litros/m²; con los 44 valores de precipitación media anual obtenidos realicé el correspondiente mapa de isoyetas del macizo. Como aspectos más destacables obtenidos se podrían citar los siguientes: existe un decrecimiento de las precipitaciones, a igualdad de altitud, hacia levante, sin que sean muy acusadas estas diferencias entre las vertientes Norte y Sur. Así, las curvas de 550 a 650 litros encierran muy bien el perímetro más occidental y lluvioso de la Sierra, entre las poblaciones de La Peza y Dílar; ese valor queda rebajado a unos 450 litros para los bordes de la mitad oriental, y a unos 350 litros para el extremo almeriense.

Las máximas precipitaciones se supone que se dan en la línea de crestería comprendida entre El Caballo y La Alcazaba. Las cuencas altas de los ríos Dílar, Monachil, Genil, Maitena y Aguas Blancas, parecen ser las mejor expuestas a los frentes de lluvias del Oeste, y por tanto las más privilegiadas en cuanto a precipitaciones. Asimismo, los gradientes pluviométricos, es decir el incremento de la lluvia cada 100 m de elevación altitudinal, poseen valores muy dispares por franjas altitudinales, y por la exposición y orientalidad de las cuencas. En los casos más favorables se han barajado cifras de hasta 70 litros/100 m para la franja de 1.000 a 1.500 m de cota en la vertiente occidental; en el extremo opuesto, y para la misma franja altitudinal, se han obtenido valores de 20 litros/100 m. Algo parecido podría decirse del número de días de precipitación al año, unos 80 en el extremo occidental y menos de 40 en el oriental.

Muy poco podemos decir de las cantidades de agua interceptadas o condensadas por el

terreno y la vegetación; este tipo de aportación, denominada como oculta por no ser controlada por los usuales pluviómetros, es bien conocida por los montañeros; cuantas veces se han calado hasta los huesos con esas nieblas bajas que ascendían por los barrancos; y en cuantas ocasiones se ha comprobado, con sorpresa, al amanecer que el campo estaba chorreando después de noches luminosas. Es de suponer que la vertiente mediterránea sea más proclive a este tipo de fenómenos; es mayor su humedad por estar más próxima al mar Mediterráneo, al tiempo que, por el mismo motivo, son más frecuentes los ascensos de nubes bajas y nieblas. A este tipo de agua posiblemente sea debida la conservación de los bosques caducifolios en Lanjarón, Soportújar o Pórtugos en la vertiente Sur, o los de Lugros y San Juan en la Norte, que de otra forma quizás no podrían haber soportado los estiajes tan prolongadamente secos de nuestra Sierra.

Frecuentemente se discute sobre cuál es el mes de mayores precipitaciones del año en la Sierra, y la verdad es que se trata de un asunto complicado; a la intrínseca variabilidad espacial ofrecida por Sierra Nevada, se suma la diferente climatología de unos años a otros. Estadísticamente, el mes más lluvioso de las series estudiadas fue, con bastante regularidad, Diciembre; no hubo tanto acuerdo para los siguientes meses en cantidad de precipitación, si bien Marzo, Noviembre, Febrero y Enero sumaron cantidades muy similares, decrecientes por el orden citado. Por el contrario, el mes más seco, en la inmensa mayoría de las estaciones estudiadas, resultó ser Julio, seguido de Agosto.

El mayor número de días de nieve y las nevadas más intensas fueron las producidas desde la segunda quincena de Diciembre a la primera de Febrero, con un máximo especialmente nival en el mes de Enero. Las granizadas más importantes son las producidas al final de la primavera y durante el verano, muy destructivas cuando se extienden a los cultivos de las partes bajas. Suelen coincidir con las tormentas y aguaceros más intensos, que son los producidos desde la segunda quincena de Julio hasta primeros de Octubre. Pero de tormentas vamos a hablar a continuación.

Grandes tormentas y aguaceros

Las tormentas genuinas son las de verano, y suelen ir acompañadas de varios "alicientes". En primer lugar es muy habitual que surjan de imprevisto, incluso en días que prometían ser despejados y sobretodo calurosos, cuando se camina incauto y con poca ropa de abrigo; van acompañadas de abundante aparato eléctrico, que en sus manifestaciones de rayos, relámpagos y truenos, alteran fuertemente el ánimo de quién las sufre; acompaña muchas veces el ruido del viento huracanado, que al pasar por los embudos de la Sierra, silva y ruge (especial sonoridad tiene este fenómeno en las proximidades de Bacaes); el agua cae del cielo con gran intensidad y no son raras las granizadas. Estas tormentas de verano, y de la entrada del otoño, son muy típicas de Sierra Nevada, y suelen acontecer durante las tardes, algunas veces durante muchas seguidas; generalmente los nublados envuelven solo algunas cumbres y cuencas altas, mientras el resto de la región se abrasa de calor.

Más raras afortunadamente, pero mucho más peligrosas, son las tormentas tipo gota fría, procedentes del Mediterráneo, que suelen acontecer en otoño. En estas, el agua cae con mucha más intensidad, si bien su duración es pequeña, y concentran en las partes bajas de los ríos y ramblas caudales tan fabulosos de agua, que son imposibles de contener por los cauces, que se desbordan y arrastran en su camino todo lo que se les pone por delante.

Sobre lo efímeras de las tormentas de verano, quizás valga el comportamiento adoptado por algunos pastores, que no pudiendo encontrar refugio a tiempo, y dada la bonanza térmica, optan por quedarse en calzoncillos, para salvaguardar el resto de la ropa seca en el zurrón. En cualquier caso, estos tipos de tormentas son sobrecogedoras y quién las ha sufrido de imprevisto en una noche oscura, haya soportado la cortina de agua, oído el retumbar del trueno sobre su cabeza, visto caer el rayo sobre los tajos más próximos y oído a azufre, las relata

como el que volvió a nacer ese día. Muchos son los testimonios que nos han dejado viajeros y montañeros.

Merece la pena desempolvar algunos de esos trances y revivirlos por boca de los que los sufrieron; allá van algunos testimonios. Uno de los más clásicos es, posiblemente, el que le sucedió al beneficiado de Válor el 5 de Agosto de 1717, festividad de La Virgen de las Nieves, cuando venía de La Alpujarra hacia Granada, con su criado Martín Soto. Fidel Fernández (1931) lo contó así: *Una horrorosa tormenta les sorprendió cuando cruzaban los altos de la divisoria por el collado del Veleta. Oscureció el cielo, que se cubrió con negros nubarrones. Bramó la tempestad en los abismos del Guarnón. Saltaban rayos de todas las crestas y picachos...Y en medio de la temerosa ventisca, acurrucados en el socavón de una roca, perdida toda esperanza de salvarse, creyeron llegado el fin de sus vidas, y preparados para morir cristianamente, encomendáronse a la titular del día, el beneficiado y su sirviente. La Virgen... acudió personalmente en socorro de sus hijos. De pronto iluminose con radiaciones sobrenaturales la superficie de la nieve; cesó bruscamente la tormenta; un suave calor esparcido por el aire, trajo la reacción a los ya casi helados pasajeros, que, guiados por una luz impalpable, pudieron cruzar sanos y salvos el Collado y bajar a la laguna de las Yeguas, desde donde reanudaron fácilmente su camino.* Un año después, aquellos acantilados, que desde entonces se llaman los Tajos de La Virgen, daban asiento a una pequeña Ermita, que labró a sus expensas el beneficiado de Válor, y de la cual se descubren todavía vestigios y cimientos.

Otro relato es el ofrecido por García de Castro, quién dejó testimonio de una tormenta sucedida en Agosto de 1899 en el collado de Capileira: *Era el momento del anochecer y con la llegada de la noche un enorme cañonazo anuncia el comienzo de una singular batalla que iba a librarse entre La Contraviesa, El Mulhacén y El Veleta. El pedrisco, cual furioso fuego de artillería, comenzó a caer rebotando en las peñas y en la tienda, con estrépito ensordecedor. El viento arreciaba, amenazando en sus embestidas llevarse la débil tienda que nos cubría. Allí todo era grande: grande la soledad, grandes las montañas que nos sostenían, grande la fuerza del huracán, grande el furor de la tempestad y hasta grandes aquellos hombres... en cuyos labios invocaban a Dios.*

En una expedición de Nicolás María López, el 30 de Julio de 1899, nos cuenta que desde el medio día comenzaron a notar grandes cúmulos de nubes que por distintos lados del horizonte ascendían y cambiaban de forma rápidamente. Cansados y distraídos no les prestaron más atención hasta que en breve estalló el primer trueno, que pareció estremecer hasta los cimientos de la sierra: *La luz de los relámpagos cegaba y los truenos semejaban tremendos cañonazos, que se multiplicaban en horrísonos ecos; los picos de la Sierra en vez de destacarse sobre el fondo azul del cielo, se extendían sobre cortinas negras y tupidas...escaseaba la luz, hasta el punto de parecer de noche, y si entraba alguna claridad por los intersticios de las nubes, era como esa claridad siniestra y absurda que entra por las claraboyas de los calabozos, y que en vez de alegría produce temor, porque hace más violento el contraste de la oscuridad.*

Otra última tormenta digna de revivir, es la que sufrió Fidel Fernández; oigamos como nos la contó él mismo (Fernández, 1931): *Cuando anoche, después de cenar, cerramos la puerta de la tienda, asomaban por detrás del Mulhacén, nubes negras y compactas, que al poco rato habían cubierto las crestas de la divisoria. Apenas acostados se desencadenó un violentísimo huracán...Tiembla la sierra como si el viento amenazara arrancar al Mulhacén de sus cimientos de granito. El agua de la laguna revienta con ímpetu espantoso sobre las rocas de la orilla, y el miedo a una catástrofe inminente conturbó el ánimo de la mayoría de los viajeros, que perdida la sangre fría estaban a punto de echarse a llorar como chiquillos...Al fin, cerca del alba empezó a ceder en su violencia; dejaron de oírse los ruidos pavorosos; se pacificó el agua soliviantada de la vecina laguna... y se instaló una paz atmosférica que nos dejó dormir algunas horas... Más tarde, ya pasado el mediodía, la superficie del mar de nubes comenzó a agitarse, y de profundos desgarros y jirones surgieron, arrancadas por ráfagas de viento, volutas de vapores que subían lamiendo la superficie de los montes y se condensaban en las cumbres, envolviéndolas en un sudario tenebroso...Un ruido espantoso, como la explosión de varios cañonazos consecutivos, complicó de pronto la pavorosa situación. Todos quedamos en silencio...Es el bramido de la Laguna-dijo un arriero-Jesús nos valga, porque tenemos encima una tormenta, y de las buenas...No escapó esta ocasión a la regla general...la voz terrible del trueno dominó el silencio de aquella espantosa soledad...Del cúmulus, mientras tanto, caía el agua a torrentes...por las cornisas de los tajos rebotan chorros de agua como si se hubieran abierto las cataratas del cielo... Y mientras el viento muge formidable, y el nublado sigue ocultándonos al vecino Mulhacén, llueve, llueve siempre, llueve como si no hubiera llovido desde los tiempos de Noé... Qué poder, qué fuerza, qué intensidad de*

vida revela en estas ocasiones la Naturaleza salvaje. Como se comprenden aquellas tremendas convulsiones que abrieron el barranco del Guarnón. Qué bien se explican esos aluviones que arrastran al mar cortijos y bancales. ¡Qué miedo!; ¡qué peligro!; ¡libreos Dios de que os sorprenda una tormenta en las alturas de la Sierra!.

Otro tipo de tormentas totalmente distintas, muy furibundas también, pero menos poéticas, son las del invierno; se trata de tormentas de nieve, acompañadas de fríos intensos y de ventisca. No son destructivas, sino más bien beneficiosas para el campo, pero sin lugar a dudas son las más peligrosas para las personas, y muchos no pudieron dejar su testimonio al perder la vida en ellas; otros muchos que las pasaron, nunca llegaron a ser conscientes de lo cerca que estuvieron de la fatalidad. Este tipo de tormentas no son tan repentinas como las de verano y otoño, y son avisadas por la montaña. No van aderezadas por rayos, pero se acompañan de enemigos mucho más peligrosos, como son el frío y la escasa visibilidad de las ventiscas que se desatan. Antaño, cuando la Sierra soportaba un continuo tránsito de personas y caballerías por los principales puertos de la Sierra, eran muy frecuentes las pérdidas humanas en este tipo de tormentas de nieve.

Es ilustrativa la siguiente cita al respecto, ofrecida por Eduardo Soler a principios del siglo XX ; alude al puerto de La Ragua, del que dice que ofrece serios peligros cuando caen las nevadas tan copiosas que llegan a obstruirlo, borrarse entonces el camino, y se iría a la aventura si no existiesen unos pilares de piedra muy destrozados que lo marcan. Junto al camino pueden observarse cruces de madera no muy altas, sostenidas en su base por montoncitos de tierra que señalan los puntos donde han ocurrido desgracias, frecuentes todos los inviernos: *No usan estos arrieros el traje y el calzado forrado, que usan los catalanes de los Pirineos, ni hacen poner herraduras adecuadas a las bestias; sino que con el traje ordinario de invierno, calzados con alpargatas y vestidos con un pantalón o con el calzón de paño que deja al descubierto parte de la pierna, se arriesgan a soportar los mayores fríos, envueltos a lo más en una manta.* La práctica que siguen para salvar aquellos que comienzan a helarse es la misma que recomienda la ciencia: *Nada de aproximaciones súbitas al fuego, lo cual produciría la muerte instantánea; nada de bebidas alcohólicas como medio que muchos consideran preventivo que aumenta la resistencia, cuando en realidad conduce a restar elementos de defensa. Trastazos (así nos decía un arriero), frotaciones enérgicas y repetidas con puñados de nieve, entierro en montones de estiércol: así suavemente vuelven a la vida. ¡Maravilloso instinto el que guía a aquellos rústicos lugareños.*

Refranero popular

El tiempo que hará mañana constituye una de las preocupaciones más instintivas y ancestrales del ser humano, si bien la vida civilizada actual ha ido transformando este instinto de supervivencia en pura previsión del fin de semana y en curiosidad sin más. Solo los pocos hombres que viven del campo y de la mar miran al cielo, generalmente desesperanzados, en busca de indicios de un cambio de tiempo favorable. Su ciencia meteorológica no tiene nada que ver con los satélites artificiales, ni con los ordenadores y otros sofisticados instrumentos electrónicos que hoy en día se utilizan. Se basan únicamente en la observación de fenómenos atmosféricos y comportamientos animales, que han cristalizado, con el paso de los siglos, en una rica tradición milenaria, transmitida de boca en boca, y de padres a hijos. Estos hombres gustan de ver el tiempo en la televisión siempre que pueden, pero su propia observación y predicción suele ser más creída que las previsiones oficiales. Y tienen mucha razón: hay que tener en cuenta que el tiempo en la Sierra es diferente al del resto de la región, y cambia con mucha rapidez en un mismo día, e incluso de forma diferente según los barrancos; y naturalmente, en estos localismos no pueden entrar los hombres del tiempo.

Cuando preparaba mis escritos para este libro, tuve ocasión de escuchar y de leer ciertos refranes del tiempo (Toharia, 1985), algunos de ellos posiblemente endémicos de Sierra Nevada e inéditos en forma escrita, por lo que no pude resistir la tentación de hacer una rápida recolección de los más relacionados con el agua y traerlos aquí. Allá van:

Octubre.- Nieblas en octubre y lluvias en noviembre, hacen buen diciembre/ Suelen dejar recuerdos espantosos, octubres que principian tormentosos/ Agua del 10 al 20 para todo es conveniente/ Lluvia del Pilar (día 12), lluvia colosal/ Judas y Simón pasados (día 28), el invierno es llegado

Noviembre.- Por todos los Santos (día 1) nieve en los altos/ Por San Eugenio (día 15), pon las castañas al fuego, la leña en el hogar y las ovejas a encerrar/ Desde el 20 en adelante, el invierno ya es constante/ Por San Andrés (día 30) la nieve en los pies/ La nieve de Adviento (hasta Navidad) no dura mucho tiempo/

Diciembre.- Cuando en diciembre veas nevar, ensancha el granero y el pajar/ Desde el 15 al 22 la nevada es bendición/ Navidad en la azotea, Semana Santa en la chimenea/ Año bueno va anunciando diciembre que se va tiritando/

Enero.- Agua en enero, cada gota un dinero/ Enero mojado, bueno para el campo, malo para el ganado/ Con nieve en enero no hay año fulero/ El día de San Vicente (22) el frío rompe los dientes/ En enero flores, en mayo dolores/

Febrero.- En febrero el loco, ningún día se parece a otro/ Nieve antes de marzo, oro blanco/ Si no llueve en febrero ni ganado ni sementero/ En Candelera (día 2), invierno fuera; pero si no ha nevado y quiere nevar, invierno por comenzar/

Marzo.- Marzo marceador, un día malo y otro peor/ Marzo varia siete veces al día/ El sol de marzo de riego le sirve al campo/ Los hielos por la Encarnación (25), los últimos hielos son, si no sale el año respondón/ Ramos (Domingo de Ramos) mojados, carros cargados/ Cuando marzo abrilea, abril marcea/ En marzo la veleta, ni dos horas está quieta/

Abril.- Buenos amigos y buenos abrils, uno entre miles/ Abril tiene cara de beato y uñas de gato/ En abril aguas mil, y todas caben en un barril/ El invierno no ha pasado hasta que abril no haya acabado/ Lluvia o viento por Semana santa, si no, no es Santa/ Si llueve por San Vicente (día 5), sobra el agua en las corrientes/ Si hiela por Santa Engracia (día 16) la viña se desgracia/

Mayo.- Mayo caliente y lluvioso ofrece bienes copiosos/ Aguas en mayo, pan para todo el año/ Mucha agua en mayo malogra todo el año/ Puede helar hasta el 10, alguna que otra vez/ Mayo mediado, invierno acabado/ Por Santa Rita (día 22) el agua más que dar quita/ Mayo arreglado, ni frío ni acalorado, ni muy seco ni muy mojado/

Junio.- Hasta el cuarenta de Mayo no te quites el sayo, y por más seguro hasta el cuarenta de junio/ Junio, juniete, si no graniza agoniza/ Junio brillante, año abundante/ El agua en junio temprana, males muy graves subsana/ El agua de San Marcelino (día 2) es buena para el pan y buena para el vino/ (20 en adelante) El agua por estas fechas estropea las cosechas/ Agua por San Juan (día 24) quita vino y no da pan/

Julio.- Julio normal, seca el manantial/ Julio calorero llena bodega y granero/ Si el primero es lluvioso, todo el mes será dudoso/ Por Santa Margarita (día 20) la lluvia más que dar quita/ Si a final de mes ves granizar, lleva el ganado a guardar/ En julio beber y sudar y el fresco en balde buscar/

Agosto.- En agosto, si llueve, frío en el rostro/ Cuando llueve en agosto, llueve azafrán, miel y mosto/ El agua agostera, destroza la era pero apaña la rastrojera/ Si por San Bartolomé (día 24) la lluvia primera, otoñada buena/

Septiembre.- Septiembre o seca las fuentes o se lleva los puentes/ Septiembre es el mes malo que el año tiene/ No hay mirlo blanco, ni septiembre que no sea malo/ Septiembre es bueno si del primero al treinta pasa sereno/ Aguas por San Mateo (día 21), puerkas vendimias y gordos borregos/

CAPITULO III.- LAS AGUAS QUE ESCURREN

Vertientes y contrastes hidrológicos

La disposición abombada de Sierra Nevada, debida a un pliegue de gran radio y convexidad, de dirección Este-Oeste, permitió repartir sus aguas entre las dos vertientes conocidas, la Norte y la Sur. Pese a haberse instaurado sobre los mismos materiales, la morfología de ambas es muy diferente y se ha hablado de disimetría para llamar la atención sobre este fenómeno; la vertiente Sur es suave, y por ella se accede a la línea de cumbres sin grandes accidentes y dificultades, mientras que la Norte es más corta y escarpada; las aguas de una y otra se reparten a mares muy distintos; la vertiente Sur vierte sus aguas al mar Mediterráneo, mientras que la Norte lo hace al océano Atlántico, y en su tercio más oriental también al mar Mediterráneo.

Mucho se ha escrito sobre las diferencias de una y otra vertiente; parece como si el macizo tuviera dos sierras: Sierra Nevada, asimilada a la vertiente Norte, y La Alpujarra constituida por las laderas Sur. También tendría consistencia, aunque este no es el objetivo ahora, la consideración de dos sierras, la occidental, la Sierra genuina, y la oriental, considerada más bien como su estribación o prolongación hacia levante. Y todo ello complicado con la disposición de sus valles, perpendiculares al eje de penetración principal de los frentes de lluvias.

En la umbría de la Sierra, en su vertiente Norte, el sol, que recorre un arco meridional, se encuentra obstaculizado por la alta línea de cumbres; por ello solo entra en los "carasoles", quedando muchas zonas de sombra, y siendo los días más cortos; en sus zonas más recónditas las primeras nieves del invierno, convertidas en duros hielos, aguantan hasta bien entrada la primavera, y en algunos hoyos y corrales toda la canícula; una típica nevera de la Sierra es el Corral del Veleta. Los ríos de esta vertiente presentan los deshielos más atrasados de toda la Sierra, y por este motivo aguantan mejor los estiajes prolongados, que se nutren de los últimos neveros perpetuos de la Sierra; de aguas más frías que sus vecinos de la otra cara, presentan las eclosiones de las larvas de insectos y los desoves de las truchas con más retraso.

La solana, la vertiente Sur, es más extensa y suave, y sus lomas y ríos más largos. De morfología más afable, más soleada, cálida y húmeda, las partes bajas están muy laboriosamente aparatadas y cultivadas, y la cultura de la derivación por acequias se instauró con mucha más fuerza que en la vertiente Norte. Con una orla dolomítica peor desarrollada y más estrecha, dispone de menor cantidad de aguas subterráneas, que tampoco existen en abundancia en las depresiones del corredor de La Alpujarra, rellenas por materiales demasiado arcillosos. No obstante, la mayor longitud y menor pendiente de sus cauces y laderas favorece la infiltración de las aguas del deshielo, asegurándose con ello unos considerables caudales de estiaje.

Es muy ilustrativo al respecto la referencia que hace al caso Fidel Fernández (1931): *La una, la que ahora quedó a nuestras espaldas, parece hija del invierno; la otra, la que se ofrece a nuestros pies, parece hija del verano. Los valles septentrionales están petrificados por el hielo y por el frío; los meridionales calcinados por el calor y por el sol. En los cortijos que miran a Granada se vive al amparo de fogatas, bien cerradas las puertas y ventanas; en los de La Alpujarra se duerme a la luz de la luna, sobre montones de paja, al aire libre. Los labradores de Güéjar o de Monachil almacenan bellotas y cerezas; los de La Contraviesa amontonan almendras o naranjas. Aquellos conservan patatas bajo la nieve; estos secan higos al calor del sol. Las del mediodía son lomas de alegres tonos azules; las del Norte, son crestas terribles, sombreadas y negruzcas.*

La superficie que vierte sus aguas al Mediterráneo es de unos 1.300 km²; las subcuencas que la integran son las de los ríos Guadalfeo, Adra y Andarax, vertientes todos ellos al mar Mediterráneo (estos dos últimos con desembocadura en la provincia de Almería). Los aportes drenados por estas subcuencas representan un valor próximo a los 350 hm³/año. La subcuenca del río Guadalfeo está integrada, entre otros, por los ríos Dúrcal, Torrente, Lanjarón, Chico, Poqueira (también conocido como Mulhacén), Trevélez y Cádiar. La subcuenca del río Adra se alimenta de los ríos Mecina, Válora, Nechite, Laroles, Bayarcal y Alcolea. Y, por fin, la lejana subcuenca del Andarax, se compone de los ríos Laujar y Nacimiento, el más oriental de Sierra Nevada; este es el único río de la cuenca Sur que recoge parte de sus aguas de las laderas Norte de Sierra Nevada, en el Marquesado almeriense.

La superficie vertiente a la cuenca Atlántica se extiende a lo largo de unos 700 km²; y la componen las subcuencas de los ríos Genil y Fardes, ambos afluentes del Guadalquivir por su margen izquierda, el Fardes a través del Guadiana Menor. En un año medio, las escorrentías de estas subcuencas son del orden de 250 hm³/año. La subcuenca del Genil es la más conocida y visitada de toda la Sierra; no en vano baña a Granada, La Alhambra y a su vega, y es la puerta de acceso a la carretera más alta de Europa. Esta subcuenca la componen los ríos Dílar, Monachil, Genil y Aguas Blancas. La subcuenca del río Fardes drena por tierras de la Hoya de Guadix, y está alimentada por multitud de pequeños ríos; los más occidentales, como el Morollón (río de La Peza) y el Alcázar de Lugros, son afluentes del Fardes por su margen derecha; los orientales, que drenan la fachada del Marquesado granadino, son pequeños ríos como El Bernal, Alhorí, Alcázar, Lanteira, Gallego, Hondo y Huéneja, entre otros; todos ellos dan origen al río Verde o río de Guadix, afluente a su vez del río Fardes por su margen derecha.

Los ríos

¿Qué sería de Sierra Nevada sin sus ríos?; estos representan una de las bellezas y de los atractivos más intensos que ofrece la naturaleza, y no podía ser ajeno a ello Sierra Nevada. Quién los conoce bien sabe que no hay ninguno igual a otro; cada uno tiene su personalidad, su fisonomía de cauce y laderas, sus características de caudal, de vegetación., incluso su propio olor, y, naturalmente, sus truchas. A fuerza de convivir con ellos se llega a pensar que casi son seres vivos; que gozan en el deshielo, que se quejan en el estiaje, que se entristecen cuando se les sangra mediante las acequias, que se enfurecen en las avenidas o que invitan amablemente al viajero a beber sus aguas y a refrescarse en ellas en la canícula.

Los cauces presentan pendientes muy notables, que son máximas en los ríos Torrente, Lanjarón y Chico, los cuales salvan un desnivel de casi 3.000 m en una quincena de kilómetros de recorrido. No suelen presentar cascadas importantes, pero es continuo el descender por cangilones, rápidos y pozas escalonadas; las cascadas más altas son del orden de un par de decenas de metros; las más conocidas se localizan en los ríos del Real, Val de Casillas y Lanjarón. Se presentan muy encajados en los barrancos, pero sus laderas no presentan escarpes importantes; una excepción es su tránsito sobre la envoltura dolomítica de la Sierra; en estos sitios han tallado profundos cañones y desfiladeros, y generado paisajes grandiosos, con tajos y derrumbaderos arenosos que no se pueden pasar si no se va por dentro del agua; son buen ejemplo de ello las Buitreras del río Dúrcal, los Alayos en El Dílar o los Canjorros en El Monachil. Sus márgenes suelen ser estrechas, y no han desarrollado terrazas ni vegas aluviales; todo su cauce discurre por roca viva, que han tallado en profundos barrancos con el devenir de los años, el levantamiento de la Sierra y su progresivo encajamiento por erosión.

Los más caudalosos de cada zona tienen su origen muy cerca de la línea de cumbres, a altitudes que oscilan entre los 3.300 m y los 1.500 m en el extremo más oriental; estos se alimentan fundamentalmente del derretimiento de las nieves, de las que se nutren durante casi todo el año; en verano se mantienen gracias a las aguas de deshielo que discurren más lentamente por debajo de la alfombra de alteración de las lastras de la Sierra. No obstante, en

sus tramos medios reciben aportaciones pluviales, e incluso emergencias subterráneas de la orla dolomítica alpujárride. La mayor parte son marcadamente nivales, pero de muy distinto tipo; los hay también pluvio-nivales, e incluso pluviales; el carácter nival decrece en favor del comportamiento pluvial, conforme nos desplazamos hacia levante; en general es baja la correlación de los caudales con las precipitaciones, siendo más estrecha dicha relación con la temperatura.

Sus aguas son muy frías, de bajísima salinidad, moderadamente ácidas e hiper-oxigenadas. En el deshielo, y vistos desde sus laderas, semejan ríos de espuma, en los que apenas se aprecian remansos, y desde los que llega con bastante intensidad el rumor de las aguas en continuo despeñamiento. Las oscilaciones térmicas diarias los afectan; en el mismo día son sensibles las subidas de nivel al principio de la tarde, que mojan orillas y rocas hasta ese momento secas; en el deshielo es perceptible una cierta turbidez del agua, pero muy rara vez su enturbiamiento es total.

Algunos ríos disponen de estaciones de aforo de sus caudales; gracias a los datos de caudal suministrados por ellas, sabemos algo, no mucho todavía, acerca de sus comportamientos hidrológicos; a partir de estos registros se han podido cuantificar sus aportes y conocer sus coeficientes de escorrentía, caudales específicos y la evolución temporal de sus descargas. Las estaciones de aforo existentes con series más largas son las de los ríos Cádiz en Narila, Dúrcal en los Sauces, Izbor en presa Melegís, Poqueira en central de Pampaneira, Ugíjar en las Tosquillas, y Alcolea en El Esparragal, todas ellas de la cuenca Sur; en la vertiente Norte se dispone de las estaciones de los ríos Dílar en la central eléctrica, Monachil en Díchar, Genil en Pinos Genil y Aguas Blancas en El Blanqueo.

Como ya se ha apuntado, las características hidrológicas de los ríos de la Sierra son muy diferentes de unos a otros. Un ejemplo de este distinto comportamiento, son los dispares valores de coeficientes de escorrentía hallados (porcentaje de aportaciones drenadas con respecto a las recibidas por pluviometría); así, las cuencas más occidentales han presentado coeficientes de escorrentía muy próximos al 60 %, mientras que para los ríos más orientales ese valor fue solamente del orden del 15 %. En este último caso deben existir mayores pérdidas por evapotranspiración, y un mayor grado de derivación, dado el mayor desajuste aportes-demandas del sector oriental.

Otro parámetro ilustrativo del comportamiento y naturaleza de los diferentes ríos lo constituye el valor de sus caudales específicos; que no es más que el caudal aportado por el río, por cada kilómetro cuadrado de superficie de su cuenca vertiente. Este índice se relaciona muy estrechamente con la precipitación y evapotranspiración media de las distintas cuencas, y con el grado de derivación, exportación subterránea, e, incluso, importación de recursos, aguas arriba de las estaciones de aforo. Los máximos valores de los que se dispuso información a la salida del macizo fueron los de los ríos Poqueira, Monachil, Dílar y Genil, con valores muy próximos a los 15 l/s por km². Los mínimos valores fueron los obtenidos en las cuencas orientales de los ríos Ugíjar y Alcolea, con valores inferiores a 3 l/s por km². Lógicamente existe una correlación entre estos valores y los expuestos anteriormente sobre los coeficientes de escorrentía.

En cuanto a las evoluciones temporales de caudal, los máximos caudales mensuales para la media de los ríos más occidentales fueron los que se produjeron en el mes de Mayo, seguidos por los de Junio, Abril y Julio; en estos meses es frecuente obtener medias diarias comprendidas entre 5 y 8 mil litros por segundo. Una excepción son los caudales máximos instantáneos, que después de tormentas de verano-otoño o de deshielos agudos pueden ser para los ríos Genil y Guadalfeo de hasta varios centenares de miles de litros por segundo. Por el contrario, los mínimos caudales fueron los registrados en el mes de Septiembre, seguido por los de Agosto y Diciembre. Los caudales medios mensuales medidos, y aquí expuestos, están, en cualquier caso, distorsionados por las continuas derivaciones a que están sometidos los respectivos cauces. En el estiaje llegan a sangrar a muchos de ellos de tal forma que provocan espacialmente su agotamiento; no es raro ver el agua solamente retenida en pozas y chilancos en algunos tramos.

Poca información se puede ofrecer acerca del desglose aguas superficiales-subterráneas para las descargas de los ríos de la Sierra. En los ríos Monachil y Dílar se han realizado algunas estimaciones partiendo de sus hidrogramas (curvas de caudal-tiempo); así, se ha comprobado que los caudales drenados por escorrentía superficial directa durante el deshielo no suelen alcanzar el 30 % de las aportaciones anuales. A este porcentaje habría que sumar las aportaciones subsuperficiales procedentes principalmente de la fusión de la nieve, que se han estimado en, al menos, un 35 % adicional. El resto de las aportaciones anuales se reparte entre escorrentía pluvial 20 % y aportaciones subterráneas de la orla dolomítica 15 %. Quiere esto decir, que los ríos más occidentales pueden llegar a alcanzar una proporción de aguas subsuperficiales y subterráneas que roza el 50 % de las aportaciones anuales totales. No obstante, esto no es extrapolable a otras cuencas, como viene siendo, por demás, habitual cada vez que se hacen comentarios acerca de una variable hidrológica en Sierra Nevada.

Los ríos más orientales, aquellos que tienen su nacimiento a levante del Puerto de La Ragua, son más modestos en recursos, y dependen, en gran medida, de sus extensas superficies receptoras para reunir el caudal suficiente que los convierta en ríos; pero aún así, algunos llegan incluso a perder su caudal en estiajes prolongados; su alimentación principal ya no es de la nieve, que en esos enclaves no es tan frecuente, ni perdura tanto en el suelo; tienen, por tanto, menos dependencia del deshielo, estando más influidos por las precipitaciones en forma líquida. La correlación del caudal con las precipitaciones es mayor, dándose, no obstante, los repuntes máximos de caudal en los deshielos, que son menos intensos, más cortos y más adelantados que los de sus vecinos occidentales. Los caudales medios mensuales en este período no llegan a superar los 1.000 l/s. El deshielo se produce, dependiendo de la orientalidad de los cauces y de la vertiente a la que pertenezcan, a partir de Enero, y puede durar hasta Mayo; en este mes suele quedar ya muy poca nieve en las cabeceras de estos ríos orientales. Los mínimos caudales son siempre los de Septiembre; en algún caso, los caudales drenados en el estiaje son casi ridículos, incluso inferiores a los 100 l/s, eso si no han sido totalmente sangrados previamente por las acequias de turno.

No podía terminar este apartado sin dar una clasificación, aunque sea solo aproximada, de los cinco ríos más caudalosos a su salida del perímetro de la Sierra, junto a sus hermanos menores. El río de mayor caudal medio anual es el Genil (incluido el Maitena), que canaliza cerca de 2.500 l/s en las proximidades de Pinos Genil. A este seguirían los ríos Poqueira y Trevélez con caudales semejantes y próximos a los 1.500 l/s, y a estos los ríos Monachil y Dílar, con caudales medios muy próximos a los 900 l/s. Reitero la salvedad de que no se han incluidos en estos cálculos las aportaciones derivadas por acequias aguas arriba de las estaciones de aforo. Los ríos más pobres en caudal son, como ya se ha mencionado, los más orientales, tanto los del Marquesado y su continuación almeriense, como los de La Alpujarra oriental, con ríos como el Laujar, Alcolea, Nacimiento, Abrucena o Válora.

De la formación de avenidas

Cuando uno analiza las series históricas de caudal de algunos cauces, comprueba, con perplejidad, que existen, de vez en cuando, cifras de caudales instantáneos con tantos ceros, que apenas caben en el estadillo; en un primer momento se duda si atribuir aquello a un fallo de transcripción. Pero no; es un acontecer cíclico la formación de avenidas en los cauces que bajan de la Sierra. Las catastróficas, es decir aquellas que dejaron daños, y quizás segaron vidas humanas, se producen muy de vez en cuando y son bien recordadas por los ribereños.

En Sierra Nevada hay dos épocas del año especialmente propicias a la formación de avenidas más o menos extraordinarias. Una es el otoño, y en menor medida el final del verano. En esa época se pueden producir tormentas de convección y de tipo gota fría, que procedentes del Atlántico o del Mediterráneo, descargan localizadamente mucha agua en escaso margen de tiempo. La otra época es cuando al final del invierno y principios de primavera concurren varios

factores; hay mucha nieve, y esta es sometida a un repentino deshielo producido preferentemente por lluvias muy intensas, acompañadas por una elevación de las temperaturas con vientos solanos.

La disposición y características de la Sierra, con una extensa vertiente dispuesta al mediodía y la otra al Norte es decisiva para que en la vertiente Sur sean más frecuentes las avenidas del otoño y en la Norte las del deshielo. Son muy excepcionales los temporales de agua del invierno que dan lugar a avenidas sin provocar deshielos; estos temporales de agua llegan a producir desbordamientos que pueden durar hasta varios días, pero rara vez avenidas extraordinarias.

Las avenidas del otoño son más destructivas y traicioneras que las de primavera. Hay un dato significativo e incuestionable, el número de muertos. Las tormentas de otoño se caracterizan por descargar mucha agua en poco tiempo, con lo que se producen súbitas subidas de caudal, de corta duración; por la época en que se producen, el suelo está seco y es muy erosionable, y los cauces, que están en estiaje no tienen limpias sus riberas y pronto se ven llenos de palos y de maleza, que actúan de forma destructiva; además, la alta energía alcanzada por las aguas en su despeñamiento por las pendientes laderas confieren a la ola de crecida un poder verdaderamente arrasador. La insuficiente defensa vegetal y las malas prácticas agrícolas todavía existentes, con roturados en pendientes altas, ayudan a aumentar la carga sólida de las aguas. Por fin, la alta ocupación de las márgenes de ramblas y ríos, ya fuera de los confines de la Sierra, y de las desembocaduras mediterráneas, zonas fértiles por antonomasia, suponen la carne de cañón de estas aguas embravecidas. En las tristemente recordadas avenidas del 19 de Octubre de 1973, se calcula que el río Adra llegó a drenar un caudal en su desembocadura de unos 2.000 m³/s.

Con respecto a esa avenida, es ilustrativo el prefacio de Nieto (1975): *la noche del 18 de Octubre de 1973, bajo la capa negra de la noche, se abrieron las compuertas del cielo, para descargar implacablemente, durante apenas cuatro horas, una tromba de agua, de cuya intensidad no se tienen antecedentes, y que sembró de muerte y destrucción a las tierras más privilegiadas del sureste español. La lluvia total que cayó nunca la sabremos; los ordenadores, fríamente, darán una cifra, pero más real es, desde luego, el encuentro con un acontecer que, en su dramatismo, supera con creces a lo que la palabra pueda describir.*

Como se ha apuntado, estas tormentas se producen de improviso, y por tanto las avenidas no son esperadas; son muy locales, por lo que es frecuente que afecten a una cuenca mientras que sus vecinas permanecen secas; suelen empezar con unos nublos negros en las cabeceras de los ríos de La Alpujarra, a los que sigue, pasadas las horas, el rugir del río, en descomunal avenida, allí donde, incluso, no había caído una gota. Las gentes del lugar ya lo saben, y cuando ven estos nublos de otoño en los altos se retiran como alma que lleva el diablo de las vegas y ramblas, por si acaso.

Ya hacía Rute, el día 7 de Agosto de 1888 (en Titos, 1990), y desde los alrededores de Ugíjar, la siguiente observación: *Es imposible, sin carta a la vista, darse cuenta de la forma y estructura orográfica de la comarca. No es difícil comprender, sin embargo, que debe ser muy rica toda la Alpujarra Alta, pues a ella concurren, en corta longitud, todas las aguas de la vertiente Mediterránea occidental de la Sierra Nevada. También por esta circunstancia se explica que sean terribles las avenidas en los ríos de esta comarca.*

Unos años antes, y según referencias de Almagro (1932), concretamente el día 26 de Julio de 1860, se produjo una fortísima tormenta muy local en la cuenca del río Chico que provocó una gran catástrofe; los naturales la bautizaron, por la fecha en que acaeció, como la de Santa Ana. La avenida torrencial arrastró cortijos, y desaparecieron predios muy valiosos de Soportújar, Carataunas, Cáñar y Bayacas; en esa tormenta se produjeron deslizamientos muy importantes, como el del "rehundido de Soportújar".

Las avenidas del deshielo son otra cosa. Lluvias intensas, junto a la bonanza de las temperaturas, ayudadas por vientos cálidos y una buena carga de nieve las avisa. Afectan, con mayor o menor intensidad, a todos los ríos de régimen nival de la Sierra. Las más intensas

suelen corresponder a deshielos adelantados a los meses de Febrero o Marzo. Las puntas de caudal son menos agudas pero perduran más en el tiempo que las de las tormentas de verano-otoño. Los ríos están acostumbrados al caudal de deshielo de todos los años, y se van hinchando progresivamente; no se producen excesivos arrastres de maleza y la erosión de suelos es mucho menor que cuando se produce el impacto de las gotas de lluvia.

De estas avenidas saben bastante los estribos de los puentes del Genil, ya que los puentes han ido desapareciendo sucesivamente por la fuerza de las aguas. El día 11 de febrero de 1985, el río Genil, en un deshielo adelantado por intensas lluvias, con un caudal de unos 37 m³/s en Pinos Genil, se llevó el Puente "Viejo"; este había sido reconstruido en 1912; de esta avenida solo quedaron, como en todas las anteriores, los estribos romanos del primitivo puente de la localidad. Este es solo uno de los ejemplos más cercanos, pero se podrían relacionar muchos más del Genil, y de otros ríos de la Sierra. Todavía se recuerdan las avenidas que pasaban por El Salón, en Granada, camino de la vega, y los desbordamientos periódicos que se producían en ésta, allá por los pagos de Santafé, Chauchina y Fuentevaqueros. En algún caso se han llegado a bajar cifras de puntas de caudal en el río Genil, dentro de la Vega, del orden de los 800 m³/s. Hoy día, la regulación de la cuenca por los embalses de Quéntar y Canales es de suponer que puedan laminar estas avenidas y hacerlas más raras y excepcionales.

Afortunadamente, se ha hecho una inmensa y paciente labor preventiva en este campo, no siempre adecuadamente reconocida. Me refiero a los trabajos y obras de obras de regulación hidrológico-forestal emprendidas en este siglo, sobretodo en los ríos de La Alpujarra y del Marquesado.

Viene aquí a cuento la referencia que hacía el ingeniero Almagro (1932) sobre el también ingeniero D. Antonio Romero: *cuya labor oculta y callada es casi desconocida de la generación actual, que con fe en la causa y consignaciones anuales casi risibles, puso los primeros pinos en el "rehundido de Soportújar", y evitó la destrucción de la sierra de Lújar; la enorme trascendencia de su obra aún sigue desconocida hasta por el pobre labriego, que ha hecho su huerto en las orillas del río Chico, quién al observar que "ahora no pasa lo de antes", nadie le ha dicho que son los pinos de arriba los que le están protegiendo; y si ha oído hablar de ellos, probablemente habrá sido en son de queja, porque allí no pueden entrar las cabras.*

Hoy día son casi 70.000 las hectáreas repobladas, y los ribereños y gentes del lugar reconocen que desde que se plantaron los pinos ya no es lo mismo; antes se embarraba el agua con lluvias pequeñas, que, incluso, eran suficientes para anegar huertas y pueblos. Esos barros eran arrancados del suelo y dejaban tras de sí heridas en forma de cárcavas y barranqueras, que, frecuentemente, eran el origen de deslizamientos de laderas. Hoy día, rara vez las aguas bajan achocolatadas, y esas heridas en cárcavas han empezado a restaurarse y a ser tapadas por la vegetación. Los embalses recientemente construidos son una garantía adicional para laminar las puntas de avenida, siempre que estas se produzcan cuando los mismos no estén llenos.

Las lagunas

Las lagunas de Sierra Nevada constituyen otro de los grandes atractivos; vestigios de la remota época glacial, aparecen colgadas por encima de los 2.000 m, siempre dentro de las lastras nevado-filábrides. Los últimos glaciares debieron retirarse hará unos 5.000 años; al fundirse esos hielos dejaron dos tipos de huellas de especial interés hidrológico; por un lado, las cubetas excavadas en la roca donde se localizaban los reservorios de hielo de cabecera de los distintos glaciares; pero también dieron origen a diques morrénicos colgados en las alturas, allí donde las lenguas de hielo eran derretidas y liberaban la pesada carga de bloques, derrubios y arcilla que transportaban. Estos enclaves, con el paso del tiempo, se convirtieron en trampas hidrológicas, en las que se instalaron unos bellísimos depósitos naturales impolutos

aguas: nuestras lagunas.

No todos pensaron que el origen de las lagunas era glaciario. Ponce de León en 1806 decía al respecto de las lagunas que: *la mayor parte no tienen desagüe manifiesto. Algunas son de gran tamaño y manifiestan haber sido cráteres volcánicos que ardieron a las inmediaciones del diluvio, o por aquellos tiempos en que el Mediterráneo cubría el terreno de las Alpuxarras.*

De las 42 lagunas de aguas relativamente permanentes que hay en la Sierra, la mayor parte se localizan en la vertiente Sur; casi la mitad, unas 17, se conservan en la cuenca del río Trevélez, y 11 más en la cuenca del río Poqueira. En la vertiente Norte solo existen unas 10 lagunas de aguas estables.

La más alta de todas las lagunas de Sierra Nevada es la laguna Altera, en la cañada de Siete Lagunas, situada a cota 3.146; la más grande es la de La Caldera; la más profunda es la de Bacares. Las hay de formas muy diferentes; dominan las redondeadas, pero también las hay alargadas, lobuladas, cuadradas...; muy pocas tienen entradas permanentes de agua; algunas son endorréicas, esto es, sin salida visible de aguas, y la mayoría vierten sus aguas en emisarios y chorreras; las hay de aguas azuladas, otras son verdosas, y algunas, incluso, parecen ser marrones u oscuras; y toda esta variedad sin contar con la multitud de pequeños lagunillos estacionales de primavera o de años muy húmedos.

Suelen yacer las lagunas de Sierra Nevada en valles apacibles, que dominan amplios horizontes, rodeadas de praderas y florecillas. La de Bacares es, sin embargo, sombría y aterradora. La visita a esta laguna es una de las mayores ilusiones del que escala por primera vez las cumbres de Sierra Nevada; tantas son las leyendas, historias y tradiciones que han acumulado sobre ella pastores y cazadores.

Fidel Fernández (1931) decía de ella: *Vista desde arriba, diríase que es el cráter misterioso de un volcán extinguido. Ni una hierba nace en las laderas del embudo. La boca es un círculo de escarpas y de torcales, que apenas si por alguna quiebra se puede atravesar. Las paredes interiores están formadas por horribles acantilados que descienden con pendiente casi vertical, y en el fondo de aquél gigantesco circo, al pie de la vertiginosa gradería, se advierte un enorme estanque circular, de aspecto triste y melancólico, lleno de agua inmóvil, que por la profundidad parece negra, y sin arroyo que lo alimente ni desagüe que lo drene.*

Las gentes de la Sierra la han hecho objeto de las leyendas más fantásticas: no tiene fondo; es un ojo de mar que comunica con el Mediterráneo por frente a Calahonda; cría peces que no ven; congrega en sus cóncavos, ciertos días al año, las almas del purgatorio de veinte leguas a la redonda, para deliberar sobre el castigo que ha de imponerse, por incrédulos, a los habitantes de la vecina Alpujarra; tiene en el fondo un respiradero que lanza aire comprimido cuando hay borrascas en el mar; se mueve en estos casos con oleaje de contragolpe; brama y produce ruidos como cañonazos, cuando se va a formar una tormenta; guarda filones de oro puro bajo la nieve de sus ventisqueros; encierra en su fondo el que fue palacio de un Rey moro; da albergue a un ave blanca, cuyo encuentro anuncia la muerte en breve plazo; en el fondo se encuentra un pozo de mucha profundidad, abierto por la mano del hombre, cuyo trabajo se infiere que fue llevado a cabo por los moros, para surtirse de agua durante alguna de las terribles sequías de que nos habla la historia de la dominación árabe en España...

Otra de las lagunas carismáticas de la Sierra era la de las Yeguas. Sitio de paso y de acampada predilecto, ha contemplado el tránsito de muchísimas generaciones de montañeros y gentes de la Sierra. El día de la Virgen de las Nieves (5 de Agosto) era tradicional hacer en ella una prueba de natación, denominada la "travesía de la laguna", junto a una competición de esquí.

Diego Marín, el 9 de Julio de 1894 (en Titos, 1990) hizo la siguiente descripción de la laguna: *Tiene este hermoso venero la forma de una calabaza encorvada y mide 85 por 55 metros, recibiendo las aguas por su parte oriental, procedentes de las lagunillas y ventisqueros de la enorme Carrigüela...El desagüe lo tiene al Sur, formando el nacimiento del río Dílar, con pintorescas cascadas y remansos.*

Otra descripción del lugar es de Fidel Fernández (1931): *El espectáculo de la laguna de las Yeguas es uno de los más bellos de la Penibética. Figuráos una explanada a 2.970 m, sobre el nivel del mar, un cerco de montañas grises, que tililan, reflejando el sol como espejuelos; millones de lentejuelas de mica que forman parte de las rocas y en las que destaca sobre el tono pardo-oscuro del conjunto, la nívea blancura de sus enormes ventisqueros.*

La laguna de La Caldera se atribuyó por muchos a un antiguo cráter volcánico extinguido; este origen posiblemente espoleó la imaginación de algunos que creyeron ver en estas aguas ocultos peligros y un sitio no adecuado para la acampada, y mucho menos para el baño.

Diego Marín en Julio de 1894 (en Titos, 1990) nos cuenta que, estando de excursión en la laguna, uno de los excursionistas se bañó en los cinco grados sobre cero de sus aguas, ante los atónitos ojos del guía y de unos pastores que por allí andaban: *El asombro era debido... a la creencia popular de que dicha laguna está encantada, que comunica directamente con el mar, que se oyen en su seno rumores de cantos extraños, que de sus ondas surgen sombras de almas en pena, que el espíritu del padre de Boabdil, enterrado en la loma próxima, sale de noche a mirarse en sus aguas, las cuales, como encantadas, no crían verdín ni planta alguna en su fondo y orillas.*

La cañada de Siete Lagunas, la laguna de Río Seco, la de La Mosca, y tantas otras han sido escenario de acontecimientos de nuestra Sierra y motivo de anécdotas y leyendas, que no es el caso referir aquí para no alargar más este apartado. En el dedicado más adelante a los borreguiles y chorreras se comentarán algunos aspectos referentes a la génesis de las formas que han dado lugar a estos bellos depósitos de agua.

Los embalses de superficie y otras obras civiles de regulación

Hasta hace muy pocos años, la Sierra carecía de embalses que almacenaran y domaran las crecidas de sus impetuosos ríos de montaña. En 1976 se inauguró el primero de ellos, el bellísimo embalse de Quéntar; enclavado en dolomías, en la cuenca del río Aguas Blancas, tuvo necesidad de recurrir, dada su estrecha y profunda cerrada, a la construcción de una impresionante presa de bóveda de hormigón de 135 m de altura; su cuenca de recepción es de 101 km² y recoge las aguas de los ríos Aguas Blancas y Padules, y del arroyo de Tintín; las aportaciones medias a este embalse son del orden de 36 hm³/año, mientras que su capacidad es de tan solo 13 hm³. Fue construido para garantizar el abastecimiento a Granada, captado desde antaño por derivaciones del río Genil, y mejorar los riegos de la vega granadina. De este embalse cabe destacar su presa, ya comentada, los tajos y desniveles de su vaso y cerrada, y el intenso color verde de sus aguas. El paraje donde se encuentra, así como el de su cuenca es de una gran belleza.

Después del embalse de Quéntar habría que esperar hasta 1983 para disponer de otro; en ese año finalizan los trabajos de la ambiciosa presa de Beninar, en Almería, que pretende almacenar las aguas del río Grande de Adra. Los proyectos y las ilusiones depositadas en esas aguas eran muchas, regar el campo de Dalías, abastecer a Almería capital... Pero asentada sobre rocas carbonatadas alpujárrides, una parte del agua almacenada escapa por su fondo. La cuenca de alimentación del embalse es de 521 km², sus aportaciones medias anuales de unos 30 hm³ y su capacidad de almacén de 70 hm³, de los que solo son operativos, por las citadas fugas, del orden de 18 hm³. El embalse es de materiales sueltos, estando su núcleo impermeable construido con filitas alpujárrides, las conocidas launas de los "terraos!"; presenta la exótica belleza de estar situado en una región árida, muy acarcavada, en la que destaca al fondo, como colgado del cielo, el blanco telón de las cumbres de la cuenca. El río Grande de Adra suma al embalse los aportes recibidos de sus tributarios los ríos Ugíjar, Válor, Nechite, Laroles, Bayárcal y Paterna, y la rambla de Turón.

En 1986 se terminó de construir el embalse de Béznar, sobre el río Izbor, en el Valle de Lecrín. Su cuenca vertiente tiene una extensión de 352 km², y unas aportaciones medias anuales de 71 hm³. Su presa, de hormigón, tuvo algunos problemas iniciales de fugas y se

aforó con una capacidad de 53 hm³; esta obra permitió retener las aguas del río Izbor, alimentadas por las de sus afluentes los ríos Dúrcal, Torrente, de La Laguna, Alcázar y Albuñuelas. Las aguas reguladas servirán de apoyo a los riegos de la vega de Motril-Salobreña, y a los abastecimientos de la costa que lo requieran; uno de esos municipios podría ser el de Almuñécar, con fuertes déficits estivales en su abastecimiento. El paraje donde se encuentra este embalse es muy atractivo por el microclima del mismo, y está rodeado por una curiosa simbiosis de olivar y cultivos de cítricos; su belleza también es alta, aunque el color actual de las aguas, algo pardusco, no es acorde con el origen nival de la mayor parte de sus aportaciones. Como apoyo a su regulación, aguas abajo se construyó un pequeño contraembalse.

En 1988 se terminó de construir el embalse de Canales, una viejísima aspiración hidráulica, que ha servido para regular las aguas del río Genil; para ello, tuvo que inundar, desgraciadamente, una parte del trazado del antiguo tranvía de la Sierra, y el pueblo-apeadero de Canales con su púlpito, lo que representó la puntilla para este soberbio e inolvidable medio de comunicación. La presa es uno de los atractivos de este embalse, ya que en materiales sueltos es la de mayor altura de España, con 156 m; está anclada, junto a una parte importante del vaso, sobre calcarenitas, conglomerados y limos terciarios; en su orilla izquierda inunda a las dolomías alpujárrides de Sierra Nevada. Previsto para abastecer a Granada y a los regadíos de su vega, tiene una cuenca receptora de 173 km², unas aportaciones de 71 hm³ y una capacidad de embalse de 70 hm³. Las aguas de alimentación proceden del río Genil, ayudado por las aportaciones de sus afluentes los ríos Maitena, San Juan, Vadillo, y Guarnón. La cuenca de recepción es su mejor atractivo; es un lujo de belleza, que no acompaña tanto al embalse cuando éste se halla con poco nivel; su orilla izquierda presenta multitud de arañaduras, vestigios de las canteras de su época de construcción. Sus orillas son difícilmente accesibles, y esto le resta posibilidades recreativas. Las aguas de este embalse son, al igual que las de Quéntar, muy verdosas.

Hay, naturalmente otra serie de obras menores que han intentado aportar remedios más locales. Muy numerosos son los represamientos y presillas de derivación de las acequias que recorren la Sierra en todas direcciones. Especial mención requieren los azudes de derivación de Vélez de Benaudalla y del Vínculo, en el río Guadalfeo. Una obra desafortunada fue el represado de la laguna de las Yeguas, con lo que se pretendió abastecer al núcleo de la estación invernal de Solynieve. La obra destruyó el lugar, y además no sirvió para el fin propuesto, ya que las fugas no permitieron almacenar el agua prevista. Reacondicionada recientemente es de esperar que se haya mejorado la estética de la obra, y que se consiga finalmente retener las aguas, y así poderlo contemplar a rebosar. Su cuenca vertiente es de 1 km² y sus recursos están próximos a 1 hm³. Últimamente se están construyendo muchas pantanetas de riego en El Marquesado; alimentadas por canales de hormigón derivados de los ríos que bajan de la Sierra garantizan los riegos de primavera y verano de modestas superficies agrícolas.

En marcha están los trabajos para la construcción del embalse de Rules, situado sobre el río Guadalfeo, en las proximidades de Orgiva. Se trata de otro proyecto largamente concebido, ya que el río Guadalfeo es excedentario; ya a principios de siglo se pensaba en hacer "el pantano del río Guadalfeo", en la cerrada del tajo de los Vados, pero se desistió del proyecto por el fuerte carácter torrencial del río en aquella época. Muy útil puede ser esta obra, si tenemos en cuenta la escasez y el alto valor del agua en su zona litoral de potencial influencia. La cuenca vertiente a la presa es de unos 1.070 km², los aportes medios anuales de 150 hm³ y la capacidad de embalse prevista de 59 hm³. La presa será de materiales sueltos y retendrá las aguas del río Guadalfeo, alimentadas por sus afluentes los ríos Poqueira, Trevélez y Cádiar, y por las ramblas de Alcázar, Torvizcón y otras más pequeñas procedentes de La Contraviesa y de la Sierra de Lújar. En fase de estudio se encuentra también el embalse del ingeniero Francisco Abellán; irá ubicado sobre el río Fardes, cerca del pueblo de La Peza; será el primero en regular las aguas de la vertiente del Fardes en Sierra Nevada; su cuenca de recepción prevista es de unos 189 km², su capacidad de unos 40 hm³ y sus recursos estimados de 25 hm³.

Pendientes están también las polémicas obras de trasvase de los ríos Trevélez-Cádiar-Yátor a La Contraviesa y de los ríos Trevélez-Cádiar a la cuenca del río Adra.

Más adelante tendremos ocasión de referirnos brevemente a las acequias, unas obras de regulación muy interesantes, que desde hace centenares de años vienen prestando una función reguladora esencial.

CAPITULO IV.- LAS AGUAS QUE SE INFILTRAN

Acuíferos y aguas subterráneas

Como ya se ha comentado reiteradamente, Sierra Nevada se puede considerar compuesta, "a *grosso modo*", por un extenso núcleo esquistoso, poco permeable, rodeado por una limitada envoltura carbonatada permeable. Esta diferente naturaleza litológica conforma dos grandes conjuntos hidrogeológicos: el de los esquistos nevado-filábrides y el de los carbonatos alpujárrides.

Muy frecuentemente, el núcleo esquistoso de Sierra Nevada ha sido considerado como impermeable, presuponiendo que las aguas precipitadas se evaporan o escurren directamente en su totalidad. Y es verdad que el conjunto esquistoso es muy poco permeable, pero no podrían existir borreguiles ni chorreras en el estiaje, si ese fuese el comportamiento supuesto; para drenar importantes caudales por circulación subsuperficial, la Sierra cuenta con una aceptable capa de alteración superficial, mínimamente permeable, pero dispuesta a admisionar agua de una superficie próxima a los 1.500 km²; las aportaciones fundamentales proceden de la fusión de la nieve, lo cual favorece la infiltración al ser lenta la liberación del agua; a este proceso de infiltración ha prestado, además, una singular ayuda la capa vegetal de la Sierra; de lejos sus partes altas parecen desnudas, pero el denso piornal existente es un dique a las escorrentías, en favor de la infiltración de las aguas.

Todos estos razonamientos posiblemente ayuden a comprender por qué los caudales infiltrados representan porcentajes mayores de los que uno hubiera supuesto por el carácter marcadamente impermeable de estos esquistos de Sierra Nevada. La constatación de esta alimentación y de la circulación subsuperficial la ofrece cada uno de las surgencias de agua que son visibles en el verano, cuando no hay precipitaciones, ni apenas nieve que derretir. El análisis de los hidrogramas (curvas de caudal-tiempo) de algunos ríos de comportamiento nival muestra cifras de aportes subsuperficiales y subterráneos sorprendentemente altos. El desglose efectuado, allí donde se disponía de estaciones de aforo, ha permitido conocer que ese valor es, al menos, del 35 % de las aportaciones totales, sin contar con las subterráneas de la franja dolomítica, de las que después hablaremos. Esto significaría, con las lógicas reservas que acompañan al método de estimación empleado, que, al menos, 250 hm³, de los 700 hm³/año drenados por Sierra Nevada, podrían provenir por circulación subsuperficial de este "extraño" y heterodoxo acuífero esquistoso.

Bien es verdad que se trata de circulaciones rápidas y cortas, casi de tipo superficial; ¿pero qué sería de nuestra Sierra si no existiera esta modesta regulación hidrogeológica y el consecuente desfase en el vaciado de los recursos pluviométricos o del deshielo?. Es fácil suponer que los ríos se desbordarían en la primavera, irían secos en el estiaje, y no existirían borreguiles ni pastizales de verano. No sería nada agradable encontrarse a la Sierra en esas condiciones, totalmente desfavorable a la vida. La geometría de los depósitos de alteración permeables, poco potentes y porosos, y dispuestos sin formar bolsadas, no permite la acumulación de grandes volúmenes de agua, y, por este motivo, la descarga hídrica es rápida, siendo, en consecuencia, escaso el poder de regulación más allá de la duración de un año hidrológico.

Quedan por citar algunos tipos de comportamientos hidrogeológicos marginales dentro de esta unidad esquistosa. Algunas aguas, poco cuantiosas, pero importantes desde el punto de vista minero-medicinal, llegan a alcanzar fracturas o zonas tectonizadas profundas, y afloran en las partes bajas de las laderas. Estas aguas son más estables en caudal, y poseen una cierta inercia a los cambios pluviométricos, si bien al final su procedencia es siempre del agua infiltrada en las laderas superiores. Otro tipo excepcional de circulación es la que se produce a través de los reducidos afloramientos de mármoles existentes en el Complejo Nevadofilábride; estos materiales poseen una cierta permeabilidad por fracturación y karstificación, y suelen actuar como drenes o recolectores de todas las aguas a ellos transferidas desde sus contornos esquistosos; las surgencias son parecidas a las de las dolomías alpujarrides y se localizan en los puntos de drenaje más bajos. Un caso muy ilustrativo es el comportamiento hidrogeológico de estos materiales en la explotación a cielo abierto de hierro de Alquife; los sondeos de drenaje de la mina extraen un caudal próximo a los 300 l/s; este importante caudal ha sido transferido por infiltración de escorrentías desde los materiales esquistosos de las laderas del Marquesado.

Muy escasas son, no obstante, las obras de captación en estos materiales marmóreos y en los esquistosos del núcleo de Sierra Nevada. La mayor parte de las captaciones consisten en zanjas, catas, minas o galerías, muy abundantes en las partes bajas de La Alpujarra, que han pretendido aumentar los caudales de pequeñas fuentes y manantiales previamente existentes. En algunos sectores se han ensayado con éxito las perforaciones subhorizontales, con vistas siempre a captar los flujos subsuperficiales, que son prácticamente los únicos que poseen este tipo de materiales.

Pero la unidad hidrogeológica por excelencia del macizo de Sierra Nevada es la constituida por la orla de rocas carbonatadas alpujarrides de su mitad occidental. Este cinturón, fundamentalmente dolomítico, se extiende mayoritariamente desde Lanjarón hasta La Peza; con mucho menor desarrollo se localiza también un rosario de afloramientos desde Lanjarón hasta Alboloduy, jalonando todo el contacto con el Complejo Nevado-filábride, a lo largo de La Alpujarra. Todo este conjunto de afloramientos carbonatados totalizan una superficie próxima a los 300 km², lo que representa el 15 % de la superficie total de Sierra Nevada (300 de 2.000 km²). Las aportaciones directas por infiltración del agua de lluvia caída sobre estos materiales se han estimado en unos 90 hm³/año.

La reciente realización del "Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada" ha intentado la sistematización de todos los sistemas acuíferos provinciales; en ese trabajo de síntesis los acuíferos carbonatados de Sierra Nevada se agruparon, junto a otros acuíferos limítrofes, en dos grandes sistemas hidrogeológicos; el que agrupa la mayor superficie de rocas carbonatadas de Sierra Nevada se denominó "sistema acuífero carbonatado del borde oeste de Sierra Nevada: sierras de Padul-La Peza", para referirse, por lo que respecta a Sierra Nevada, a todos los afloramientos situados entre Nigüelas y La Peza. Dada la gran extensión y frecuente compartimentación de este sistema acuífero, me ha parecido oportuno su diferenciación en dos subunidades, sirviéndome para ello de la estrangulación del afloramiento a lo largo del río Genil, en las proximidades de Güéjar Sierra. La subunidad mayor sería la comprendida entre las localidades de Lanjarón y Güéjar Sierra; de esta subunidad existe algún estudio, si bien el nombre utilizado para ella era el de "acuíferos carbonatados del borde occidental de Sierra Nevada". La otra subunidad estaría comprendida entre Güéjar Sierra y La Peza.

El resto de los afloramientos carbonatados de Sierra Nevada, que se mencionaban al principio, se incluyen en la sistematización del Atlas hidrogeológico referido, en otro macrosistema denominado "acuíferos carbonatados de las alpujarras", en el que están incluidos otros acuíferos ajenos a Sierra Nevada, como es el caso de la sierra de Lújar.

Las dolomías que conforman estos sistemas acuíferos poseen una aceptable permeabilidad debida a la fuerte trituración que las caracteriza (kakiritización), y, en menor medida, a los moderados procesos de disolución kárstica desarrollados. Los tramos carbonatados se

disponen en varias unidades tectónicas superpuestas, o mantos de corrimiento, muy frecuentemente aislados entre sí por espesores variables de filitas impermeables. A esta complejidad se suma la frecuente compartimentación tectónica de los afloramientos, y sus muy diferentes espesores carbonatados de unos sectores a otros. Como se comprende, la complejidad del comportamiento hidrogeológico de detalle de estos acuíferos es notable.

Para todos los acuíferos carbonatados del borde occidental cabría hacer las siguientes consideraciones. Las entradas proceden de la porción del agua de precipitación infiltrada, y en una proporción notable, pero de difícil cuantificación, de la infiltrada a través de las procedentes del núcleo esquistoso superior de la Sierra; la cuantificación y caracterización de esta última partida requerirá de la realización de aforos diferenciales (a la entrada y salida de los cañones dolomíticos). La descarga de los recursos se produce mayoritariamente por emergencias a los ríos en sus tramos bajos; los principales ríos drenantes en este sector occidental son el Aguas Blancas, Padules, Monachil, Dílar, Dúrcal y Torrente. Son muy numerosas, pero poco importantes cuantitativamente, las descargas "colgadas" o de ladera, desconectadas del flujo regional. El flujo regional presenta, no obstante, diferentes cotas de emergencia, que fluctúan entre los 1.100 y los 720 m de la zona del Padul. También se suponen importantes las transferencias hídricas ocultas a las depresiones de borde, como las de Granada, Padul-Dúrcal-valle de Lecrín, y en, menor medida, a la de Guadix.

Los recursos hídricos de estos acuíferos están en función de sus correspondientes superficies permeables. Para la subunidad comprendida entre Güéjar Sierra y La Peza, con límite abierto al Norte de los ríos Aguas Blancas y Morollón, la superficie es de unos 80 km²; los recursos procedentes del agua de precipitación se han estimado, tras aplicar un coeficiente de infiltración del 45 % de la precipitación caída, en unos 25 hm³/año; sin cuantificar quedarían las aportaciones superficiales infiltradas a partir de las cabeceras nevado-filábrides de los ríos Aguas Blancas y Padules.

La mayor unidad acuífera de este borde occidental es la comprendida entre Güéjar Sierra y Lanjarón, con una superficie de afloramientos permeables próxima a los 150 km²; aplicando un porcentaje de infiltración similar al utilizado anteriormente, sus recursos a partir de la precipitación se suponen del orden de 50 hm³/año; la recarga procedente de superficiales de las cabeceras nevado-filábrides de las diferentes cuencas se supone elevada, pero tampoco se tienen datos al respecto; algunas estimaciones, que habría que tomar todavía con reservas, apuntan a unas aportaciones por ese concepto del orden de los 25 hm³/año.

Muy poco sabemos de la geometría y de los parámetros hidráulicos de las unidades acuíferas comentadas, y, por tanto, es desconocido el volumen de sus reservas de agua. Últimamente se están explotando a través de sondeos localizados en muchos de sus bordes, sobretudo en el sector de Dílar a Nigüelas; los caudales y rendimientos obtenidos son muy aceptables, si bien habría que controlar con detenimiento las correspondientes evoluciones futuras de los niveles de agua.

Con respecto a los afloramientos aislados del corredor de La Alpujarra, desde Lanjarón a Alboloduy, decir que en conjunto totalizan una superficie de unos 60 km²; los recursos procedentes de la infiltración de las precipitaciones se han calculado en 15 hm³/año; poco sabemos nuevamente de la cuantía de los aportes infiltrados a través de los careos de las acequias, práctica bastante utilizada para la recarga de estos pequeños sistemas. Su explotación se restringe a la captación de las fuentes, utilizadas muy habitualmente para el consumo humano.

Borreguiles y chorreras de la alta montaña

Los manantiales constituyen otro de los grandes alicientes de Sierra Nevada; los hay de muy diferentes tipos, y todos en abundancia; la proliferación de manantiales es debida a las altas aportaciones de nieve, cuyo lento deshielo facilita la infiltración de las aguas; pero, también, se debe, aunque parezca un contrasentido, a estar mayoritariamente cubierta por materiales metamórficos poco permeables, como son los micasquistas nevado-filábrides.

Los nacimientos de Sierra Nevada responden al drenaje del terreno bajo muy diferentes situaciones; en principio habría que distinguir a los originados en el núcleo esquistoso nevado-filábride, de los originados en la envoltura permeable de las dolomías alpujárrides. A su vez, los originados en el núcleo esquistoso nevado-filábride se podrían agrupar en tres categorías: los de escurrimiento subsuperficial de los borreguiles y chorreras de la alta montaña, los que surgen en la baja montaña, después de circular por profundas fracturas, y los de tipo mixto, que dan los manantiales de la media y también algunos de la baja montaña.

La génesis y las condiciones de surgencia de borreguiles y chorreras no está clara en muchos casos; quizás por ello sea conveniente hacer algunas consideraciones acerca de los posibles tipos y orígenes de estas curiosas surgencias.

En las partes más altas de la Sierra la acción de los agentes erosivos fue muy intensa, sobretodo, durante las épocas glaciares, y dio origen a una franja de alteración superficial bien desarrollada. Al pie de los escarpes rocosos, se acumularon por la acción de la gelifracción (rotura de la roca por dilatación del hielo) potentes depósitos permeables crioclásticos, tipo conos y laderas de derrubios; más conocidos como canchales y cascajares; el término pedriza, que alude al mismo tipo de depósitos, no es penibético, y proviene, más bien, de sierras graníticas como las de Guadarrama o Gredos. Más abajo, entre los 3.000 y 2.000 m de altitud, a las franjas de alteración se superpusieron importantes depósitos de origen glacial y periglacial, arrastrados desde las alturas; en esta franja coexisten los depósitos de till (sedimentos de origen glacial que componen las morrenas), junto con los más permeables depósitos de tipo derrubial y de alteraciones "in situ".

Esta franja de alteración y de depósitos glaciares presenta una cierta capacidad de almacenar y transmitir agua. En estos materiales, la infiltración de aguas procedentes del deshielo es más intensa de lo que se supone. A ello ayudan dos factores primordiales; uno es el lento proceso de liberación del agua durante el deshielo, lo que aumenta la capacidad de admisión del terreno. Otro aspecto, no suficientemente valorado, es el papel que juega la orla de denso piornal existente en esta franja altitudinal; este apretado matorral es un dique a las aguas que escurren, lo que aumenta las tasas de infiltración en detrimento de las de escorrentía.

Pero a estos depósitos relativamente "esponjosos" hay que buscarles el substrato impermeable para que las aguas lleguen a aflorar, y no se descuelguen gravitacionalmente en profundidad o ladera abajo; este substrato está constituido generalmente por la roca madre; en muchos casos, sin embargo, son los materiales tipo till u otros con abundante matriz arcillosa los que dificultan la transmisión del agua. Por último, son necesarias las morfologías cóncavas para permitir el recoger, y, sobretodo, dirigir el drenaje hacia áreas concretas. Cuando se dan todas estas circunstancias, sobretodo la última, es posible la formación de lagunas o zonas más o menos encharcadas; no obstante, en el detalle, estas áreas húmedas, casi siempre caracterizadas por la presencia de borreguiles y praderas se pueden dar bajo muy diferentes situaciones; pasemos revista a algunas de ellas.

Los borreguiles más altos, generalmente los situados por encima de los 2.700 m, se podrán localizar en los vasares o poyos de tajos y escarpes, siendo el drenaje de pequeños filetes de derrubios, alimentados de las escurriduras de los estratos superiores; otros aparecerán al pie de canalizos; pero los más típicos de esta franja altitudinal serán los localizados en los circos y cubetas glaciares, originadas por sobreexcavación; borreguiles de este tipo están mejor o peor

desarrollados en todas las cabeceras de los ríos de Sierra Nevada; este tipo de morfologías son muy propicias a la formación de lagunas.

Por debajo de los 2.700 m ya no son frecuentes las cubetas de sobre-excavación, pero pueden existir otras formas cóncavas de naturaleza morrénica, que hayan jugado un papel similar; estas pantallas morrénicas suelen ser bastante impermeables, ya que contienen abundante matriz arcillosa, que empasta a los cantos y lajas mayores.

Pero si uno observa una ladera, aparentemente amorfa, con la perspectiva que da la distancia, observará que a media panderera surgen otros borreguiles e incluso pequeños lagunetos, en formas cóncavas muy poco acusadas; este paisaje está originado por coladas de solifluxión, que dan relieves tipo "flan", en cada una de cuyas rehojas es posible observar los referidos borreguiles y lagunetos.

Pero quizás los más numerosos son los que surgen en el incipiente cauce de surcos o barranqueras; esta posición deprimida les hará concentrar el drenaje de la pequeña cuenca de alimentación. Otros habrá, en fin, que surjan en medio de la pendiente, donde aparentemente uno no los hubiera esperado, y otros, sin embargo, no se darán en sitios que "a priori" hubieran parecido favorables.

El carácter más o menos endorreico de muchos de los enclaves comentados, aunque solo sea a pequeña escala, ha favorecido la lenta pero continua acumulación de sedimentos finos en las zonas más deprimidas; en estos lugares, y al amparo de las aguas acumuladas o drenadas, se instalaron las comunidades vegetales hidrófilas propias de estos borreguiles; por fin, el entramado de raíces ha terminado por configurar un fondo impermeable, que ha ido expandiendo las surgencias hacia su perímetro y agrandando con ello la superficie del borreguil; todo esto, quizás explique la vulnerabilidad de estas zonas húmedas frente a una acción mecánica, que puede descolgar el flujo, o hacer muy lento el proceso de reinstauración del borreguil. En muchos otros casos, el substrato del borreguil ya era impermeable desde el principio, bien por la presencia de la roca madre o por el afloramiento de depósitos glaciares (till) con abundante matriz arcillosa.

Los nacimientos de las partes altas de la Sierra se manifiestan casi siempre por la presencia de alguno de los tipos de borreguiles o zonas húmedas comentadas. En todos el agua es muy abundante, y llega a dar lugar a lagunas y chorreras. Los nacimientos son muy difusos, diríase que el agua mana tímidamente, pero las escurriduras de todos los borreguiles y praderas van juntándose, poco a poco, hasta dar lugar a chorreras, y estas a los ríos de cabecera más conocidos. De esta naturaleza son los nacimientos de todos los ríos de caudal estable de la Sierra; muy conocidos son los Lavaderos de La Reina, en el río Maitena, la zona de Borreguiles en el nacimiento del Monachil; los borreguiles de La Hoya de La Mora, en el nacimiento del Guarnón; Hoya del Moro, en el nacimiento del San Juan; la zona de Siete Lagunas, en el nacimiento del río Trevélez; los borreguiles de la laguna de Las Yeguas, en el nacimiento del río Dílar, y tantos otros...

Otras fuentes y manantiales

En las laderas medias de la Sierra, generalmente por debajo de los 2.000 m de altitud, en el dominio usualmente ocupado por las repoblaciones forestales en muchas cuencas, la acción glacial fue ya muy poco intensa; este hecho, y el menor desarrollo de la franja de alteración ha sido decisivo, junto a las menores aportaciones en forma de nieve, en la menor presencia de rezumes y surgencias; los chortales y borreguiles fueron siempre escasos en estas áreas, siendo más irregulares y de menor tamaño que los de pisos superiores. Por todo ello el drenaje subterráneo es más escaso, si bien son abundantes las surgencias localizadas en el fondo de barrancos y arroyos, cuyas áreas deprimidas favorecen los drenajes gravitacionales. Las aguas de estos nacimientos presentan mayores y más lentos recorridos que los comentados para las surgencias de la alta montaña; empiezan a ser frecuentes las aguas anaranjadas debidas a los

óxidos de hierro que han incorporado en su circulación; no obstante, no son tan abundantes como en la baja montaña de cuyos manantiales hablaremos a continuación. Este es también el dominio de las surgencias de muchos careos y de las filtraciones de las acequias derivadas en los tramos altos de los ríos. En estos casos, las aguas infiltradas pueden dar lugar a rezumes difusos con desarrollo de pastizales y borreguiles más o menos extensos. En esta franja hay muchas "Fonfrías, Fuentes Frías, Primeras Aguas...", para dar a entender surgencias más localizadas, junto a nacimientos difusos en forma de prados y chorreras.

En las laderas esquistas más bajas de la Sierra, muy frecuentemente en el contacto tectónico con la envoltura alpujárride y con los rellenos de las depresiones, se da una variada gama de tipos diferentes de manantiales; estos ya no dan lugar a praderas, acompañándose frecuentemente de zarzas, juncos y cañas, que muchas veces los ciegan o dificultan el acceso. Los más genuinos son aquellos que brotan, ya de forma localizada, al pie de escarpes o rocas; se trata de aguas viejas que han efectuado largos recorridos por profundas facturas o contactos tectonizados de los micasquistos o de rocas más competentes, como los cuarzoquistos, cuarcitas o los mármoles nevado-filábrides; la característica más llamativa de estas aguas es su moderada, e incluso alta, salinidad, su aspecto ferruginoso, su sabor picante por la abundante presencia de CO₂, y su moderado termalismo. Este tipo de agua es muy conocida en casi todos los pueblos de La Alpujarra y El Marquesado. Pero, también, casi juntas, pueden surgir aguas frías y débilmente salinas. En muchos casos responden al rezume de riegos en bancales o paratas de La Alpujarra, o a la infiltración de acequias. En estas áreas son muy abundantes las fuentes permanentes de pequeño caudal; fuentezuelas que son, en bastantes casos, almacenadas en albercas y adecentadas con tejas, lajas o tubos para la bebida; junto a estas, otras surgencias serán agrias y ferruginosas, no aptas para la bebida habitual ni para el riego.

Muy diferentes son los nacimientos de la envoltura carbonatada alpujárride de la Sierra. Al tratarse de rocas acuíferas poseen un menor número de manantiales, si bien, los localizados en su alta y media montaña son más numerosos de lo que hubiera sido de esperar de su supuestamente alta permeabilidad; más lógica es la disposición y el menor número de sus manantiales de baja montaña; estos presentan, sin embargo, una gran regularidad y caudales muy notables.

Como se ha apuntado, en este ámbito dolomítico se dan dos tipos de situaciones de surgencia. Los manantiales más numerosos y de menor caudal son los que se localizan lejos de los bordes de las depresiones del contorno; comúnmente denominados de ladera o colgados, responden al drenaje de niveles de agua aislados o colgados con respecto al flujo regional y al nivel de base definido por las surgencias más bajas. En muchos casos son el drenaje de afloramientos, más o menos extensos, aislados tectónicamente e impermeabilizados en su base por los niveles de filitas violáceas (las famosas launas). También son frecuentemente debidos a cambios de permeabilidad originados por tramos menos fracturados y karstificados; en este caso brotan lejos de las filitas, en medio de laderas calizas. En estas situaciones es muy común su reinfiltración aguas abajo; buen ejemplo de ello es el nacimiento del arroyo de Huenes en el Puente de los Siete Ojos.

Estos nacimientos colgados presentan una serie de peculiaridades que los hacen muy atractivos; uno de ellos es el paisaje lunar, casi desértico, que muchas veces los acompaña; la ausencia de cursos y nacimientos de agua, junto a la aridez y sequedad estival de los arenales dolomíticos, hace de estas áreas lugares inhóspitos, en los ir sin cantimplora puede resultar un verdadero suplicio; ahí están las continuas alusiones al nombre de rambla, acompañado del adjetivo seca; la escasez de agua los hace muy apetecibles cuando finalmente se los localiza; al observarlos, sorprende ver manar estas aguas cristalinas de un substrato arenoso tan permeable, del que muchas veces no se adivina el extraño motivo de la aparición de la fuente; a la luz del sol estas aguas brillan con fuerza, emitiendo continuos destellos de los blancos guijarros sobre los que discurren. Toponimias como Aguas Blancas, Aguas Blanquillas, Fuente del Blancal... aluden frecuentemente al fuerte carácter translúcido y de fondo blanco de estos nacimientos dolomíticos.

Se trata habitualmente de fuentecillas, de irregular caudal, pero que no llegan a secarse en verano; aunque humildes, todas tienen su nombre y las gentes del campo y los montañeros las conocen bien. En la fachada dolomítica a Granada, desde la Silleta del Padul hasta el Calar de Güéjar, existen muchas de estas fuentes; muy conocidas son las del Purche, las del Puente de los Siete Ojos, Fuente Fría de Huenes, Aguas Blanquillas en El Trevenque, Rosales y La Cortijuela, Fuentes de Las Víboras, Fuente del Tesoro, Fuente de los Siete Pinos...; es corriente que la peregrinación hasta ellas en busca de sus aguas haya ocasionado veredas; suelen estar cuidadas y aclaradas de vegetación que las estorbe, y si se mira bien es hasta posible descubrir el vaso escondido por los lugareños y asiduos de su degustación. Muy frecuentes son los comentarios acerca de la calidad de estas aguas, generalmente en forma de alabanza sobre sus frías temperaturas y lo "fino" de su sabor.

Así describía Fidel Fernández (1931) el entorno de los nacimientos de las Víboras: *Gratísima memoria conservaremos siempre, del rato que pasamos en la famosa Fuente de las Víboras, saboreando el agua más rica de la Sierra, en medio de una fronda de verdura. Una rústica vereda...conduce desde la carretera hasta el venero, por una espesura de follaje que preserva contra los rayos del sol. Millares de chopos, centenares de moreras, docenas de cerezos, nogales, mimbres y avellanos, dan una nota de arbolado que contrasta con la esterilidad y la calvicie de las últimas lomas recorridas...De pronto, un rellano arenoso deja ver la limpidez del líquido, absolutamente puro y transparente. Once fuentes ponen aquí y acullá su nota murmurante y enriquecen el arroyo de las Víboras hasta darle honores de riachuelo. Diríase que se marcha sobre una esponja; es tal la abundancia de agua que donde quiera surge, y que brota, a veces, bajo los pies del viajero.*

Ya, por fin, en los tramos bajos de los ríos que atraviesan en cañones y fuertes desfiladeros a las dolomías alpujárrides, o en su borde de falla con las depresiones del contorno, se nos muestran los manantiales que representan el verdadero aliviadero de estos embalses subterráneos. Normalmente, el agua mana a la orilla de ríos, y es frecuente ver el burbujeo del agua al salir por la arena, o el brotar con brío el agua de entre rajadas de piedras de la orilla. Aunque ya se está en la baja montaña, los grandiosos paisajes que generan estas dolomías alpujárrides dan una gran belleza a estos lugares. No siempre son fácilmente accesibles, pero cuando lo son, se convierten en sitios de peregrinación de excursionistas, muy apreciados para pasar los largos días de calor del verano, bajo sus choperas o arboledas; en muchos de ellos se observan represamientos para el baño o para refrescar la fruta y las bebidas del día de campo. Este tipo de manantiales suele ser el origen del abastecimiento de muchos de los pueblos del cinturón Oeste de la Sierra.

Muy abundantes son los nacimientos de este tipo que se suceden a distinta cota a lo largo del cauce de ríos como el Aguas Blancas, Padules, Monachil, Dílar, Dúrcal y Torrente; especialmente numerosas son las surgencias a los ríos Dílar y Dúrcal, ambos, bastante poco accesibles. El agua descarga a estos cauces a varias alturas; son frecuentes las salidas escalonadas entre las cotas 1.100 y 900 m. En algún caso, los manantiales se localizan en el mismo borde de falla con las depresiones del contorno, fuera de los cauces que atraviesan a estos materiales. Este es el caso, por ejemplo, de los nacimientos del borde Norte de la depresión del Padul, en la falda de la sierra del Manar; la cota de surgencia allí es de unos 720 m, la más baja de toda la orla dolomítica. En ese lugar hay importantes nacimientos como el Ojo Oscuro, sobre el que todavía existe la creencia de que es un ojo de mar comunicado con el Mediterráneo; este manantial y otros de menor caudal que jalonan todo el borde Norte de la depresión, o manan de forma difusa dentro de la turbera del Padul, llegan a totalizar un caudal medio anual del orden de los 400 l/s; estos aportes, junto con los existentes en el borde Sur dan lugar al río de La Laguna, afluente del río Dúrcal por su margen derecha. Los nacimientos de la depresión de Padul poseen la peculiaridad de constituir un trasvase natural de cuencas, desde las atlánticas de Monachil y Dílar, de las que se recibe una buena parte de las aportaciones, hacia la mediterránea del río Dúrcal.

Algunos manantiales manan lejos de los bordes de la Sierra, después de haberlos franqueado discurriendo subterráneamente; este es el caso de los nacimientos del río Dúrcal, por debajo de la depresión del Padul; de Sierra Nevada proceden también las aguas del rosario

de manantiales que surgen a lo largo de la margen izquierda del Valle de Lecrín, entre Cozvíjar y Béznar, o las surgencias se localizan en los tramos bajos de los ríos Lanjarón e Izbor, a cotas comprendidas entre los 300 y 500 m.

CAPITULO V.- MISCELANEA

Apuntes sobre la calidad de las aguas

La mayor parte de las aguas de Sierra Nevada discurren superficialmente a través de chorreras, arroyos y ríos, procedentes, directa o indirectamente, de la fusión de la nieve. Debido a este origen, se trata de aguas muy frías, débilmente salinas, algo ácidas y, en suma, de una excelente calidad física, química y microbiológica. El único reparo que se les podría poner es lo extremo de sus excelentes cualidades; así, su temperatura es demasiado baja para el organismo, mientras que su escasísima mineralización no sacia la sed; este aspecto es muy comentado entre los montañeros, que deben aprovisionarse de pastillas de sal para suplir estas deficiencias. Desde antiguo se tiene la creencia en El Marquesado y La Alpujarra que algunas de sus enfermedades carenciales como el bocio (debidas a la ausencia de dietas variadas) eran debidas a estas aguas muy desmineralizadas, a las que además apenas había dado el sol.

Al respecto tienen interés los comentarios que Rute hacía, el día 8 de Agosto de 1888 (en Titos, 1990), sobre los preparativos para una excursión desde Trevélez a los picos más altos de La Sierra: *Pajas de centeno preparadas ya, para que no se corten los labios al beber el agua de los manantiales que, como veremos, tienen temperaturas muy bajas, o al sustituir esta con nieve derretida, única agua que se encuentra en las cimas...Conviene llevar algunas cargas de agua para beber, pues la sed es muy grande y para preparar los alimentos, pues la que se obtiene por derretimiento de las nieves es desagradable y perjudicial.*

La temperatura de estas aguas superficiales aumenta al ir alejándonos de los neveros, y oscila entre 2 y 16 °C al salir de los límites de la Sierra; la mineralización se incrementa en el mismo sentido, y pasa de unos 50 mg/l, en las escurriduras de los neveros a unos 300 mg/l; lo que no suele variar es la facies hidroquímica, que es siempre bicarbonatada cálcica, con contenidos sensibles en otros iones como magnesio, sulfato y la sílice, estando en muy poca concentración el resto de los macroconstituyentes naturales; no contienen apenas oligoelementos. Las partes bajas de algunos ríos pueden distorsionar el modelo de calidad descrito; en esos tramos puede ser frecuente el acceso de aguas subterráneas al cauce, o el lavado de materiales ricos en minerales o sales evaporíticas; este es el caso de ríos como El Salado o El Lanjarón, con contenidos salinos mayores.

Al pasar por la orla carbonatada las aguas de estos ríos adquieren una mayor concentración salina procedente de la disolución de estas rocas (carbonatos cálcicos y cálcicos-magnésicos). El contenido salino puede incrementarse hasta los 500 mg/l, aumentando las concentraciones en bicarbonatos, calcio, magnesio y sulfatos, mientras que el pH se hace, por primera vez, ligeramente básico.

No obstante, domina la escasa mineralización de las aguas, que es debida a múltiples causas; la principal está ligada al carácter poco soluble de los micasquitos por los que discurren; además, las bajas temperaturas adquiridas tras el deshielo no favorecen los procesos de disolución, dificultados, en último lugar, por el rápido drenaje de las aguas, que mantienen muy poco tiempo en contacto agua y roca.

Muy diferente y más variado es el quimismo de las aguas subterráneas, y, en menor medida, de las subsuperficiales de la alta montaña; la extensa gama de situaciones en que

emergen y el mayor tiempo y superficie de contacto agua-roca les permite acceder a la disolución de un mayor número de minerales, lo que hace que presenten una variabilidad termométrica y composicional mucho más amplia.

Las aguas de circulación subsuperficial de la alta, y, ocasionalmente, de la media y baja montaña, presentan una mayor mineralización que la comentada para las de escorrentía, si bien sus calidades son muy similares. La mineralización aumenta lógicamente en el sentido del flujo, por lo que las de media y baja ladera pueden soportar ya concentraciones notables en la mayoría de los constituyentes esenciales del agua. Un quimismo similar es el aportado por las aguas procedentes de los rezumes de los riegos en La Alpujarra, o del careo de las acequias de riego. En este caso, la mineralización depende de la distancia recorrida entre los puntos de pérdida y los enclaves donde se localizan estas surgencias o rezumes. La mayor parte de los manantiales de la alta montaña se localizan en zonas encharcadas, cubiertas de praderas y borreguiles, generalmente poco saneadas. No es aconsejable beber de esas aguas más o menos encharcadas, ni de las procedentes de su drenaje directo; son lugares donde las frecuentes defecaciones del ganado pueden ocasionar contaminaciones microbiológicas que provoquen trastornos gastrointestinales, muy molestos en la alta montaña, cuando se está lejos de las comodidades y atenciones de la civilización.

Al descender hasta el contacto del alpujarride con el nevado-filábride, en la baja montaña de La Alpujarra, nos encontraremos con un rosario de fuentes de muy distinto tipo composicional; en ese dominio se presentan aguas que han seguido muy diferentes caminos, en una zona de contacto tectónico de fácil drenaje y muy rica y abundante en mineralizaciones. En muchos casos se trata de aguas algo termales, de sabor picante por sus altos contenidos en CO₂, que dan tintes y depósitos rojizos, por los notables contenidos de hierro que llevan disueltos; son aguas relativamente salinas, que poseen un gran número de microconstituyentes, como sílice, litio, estroncio, bario, manganeso o aluminio. Este tipo de aguas no debe de consumirse habitualmente, si bien pueden resultar beneficiosas en dosis controladas o para ciertos tratamientos terapéuticos. En clara contradicción, muy cerca de estas, pueden aflorar, a través de mecanismos análogos, aguas frías, sin hierro, ni gases y de salinidades moderadas.

Las más abundantes son las bicarbonatadas, pero no son raras las aguas sulfatadas, e incluso las cloruradas, casi siempre cálcicas. El total de sólidos disueltos puede oscilar entre 300 y 3.000 mg/l. Un termómetro sirve muchas veces para hacer una rápida clasificación de ellas. Las hay frías, que emergen a una temperatura comprendida entre 11 y 14 °C, normalmente inferior a la media atmosférica anual del lugar; las hay equilibradas térmicamente, y dan valores de 14 a 20 °C, y las hay termales, con temperaturas de más de 20 °C, superiores en más de cuatro grados a la temperatura atmosférica anual. La temperatura se correlaciona muy bien con el quimismo; las frías suelen ser las más ligeras en sales, y las de recorridos más cortos y rápidos, con circulaciones de tipo somero. Pero hay que tener precaución en no hacer esta apreciación a ojo; entonces es frecuente caer en el error de que las mismas aguas son frescas en el verano y templadas en el invierno; y la verdad es que ello suele ser una deficiencia de apreciación que es debida al contraste térmico con la temperatura ambiente del momento. Las aguas subterráneas se caracterizan por presentar una gran regularidad térmica a lo largo de todo el año.

En la zona de surgencia de Lanjarón se estudiaron las composiciones de 28 manantiales, y se llegó a establecer la siguiente clasificación, que puede ser bastante representativa para una parte de las aguas del borde esquistoso de Sierra Nevada: a) manantiales termales, con temperaturas entre 20 y 30 °C, altamente mineralizadas, de 3.500 a 19.000 mg/l, y de facies clorurada sódica; b) manantiales fríos, con temperaturas de 15 a 18 °C, poco mineralizados, menos de 500 mg/l, y de facies bicarbonatada, o más raramente, sulfatada cálcica; y manantiales del grupo c) de características intermedias, con temperaturas de 18 a 20 °C, mineralización de 500 a 1.000 mg/l y facies bicarbonatada o clorurada.

Sobre esta gran variabilidad de quimismo de las aguas, es interesante recordar el comentario hecho por Ponce de León, allá por el año 1806 (en Titos, 1990): *Abundan en la montaña por la parte del mediodía fuentes de aguas acídulas, vitriólicas y ferruginosas y en las faldas del norte y poniente*

hay muchas hepáticas y sulfurosas termales.

Toca ahora referirnos a las aguas subterráneas procedentes de los acuíferos carbonatados alpujárrides. Las aguas de los manantiales de la orla dolomítica presentan una mayor regularidad composicional y una estructura química más concentrada en constituyentes mayoritarios y menos abundante, generalmente, en oligoelementos; la salinidad está comprendida entre los 300 y 800 mg/l, siendo el pH neutro o algo básico; la facies química es bicarbonatada cálcico-magnésica, aunque pueden presentar cantidades apreciables de sulfatos. Muestran una gradación composicional, desde las menos mineralizadas y más frías de los manantiales de ladera o colgados, hasta las más salinas y equilibradas térmicamente de los manantiales de borde.

Las primeras pueden presentar temperaturas de emergencia varios grados por debajo de la temperatura ambiente del lugar; son frecuentes valores de 9 a 14 °C, muy regulares a lo largo del año; este tipo de aguas son frecuentes y han dado lugar a toponímicos como Fonfría, Fuente Fría..., muy abundantes también en su referencia a las aguas de la alta y media montaña esquistosa; suele coincidir, aquí también, que las aguas más frías son las más "finas", esto es, las de menor contenido salino; este oscila normalmente entre los 300 y 500 mg/l.

Las descargas de borde presentan temperaturas que oscilan entre los 13 y 16 °C, y salinidades más usualmente comprendidas entre 500 y 800 mg/l. Con mayor contenido salino, caen muy bien al organismo y sacian rápidamente la sed. Sus constituyentes mayoritarios son los bicarbonatos, el calcio, el magnesio y los sulfatos; y en menor proporción los cloruros y el sodio; como minoritarios aportan potasio, fluoruros, sílice y litio, y muy bajas concentraciones de otros oligoelementos; los contenidos de hierro y de gases disueltos, como el CO₂, son muy bajos, en contraposición con las concentraciones presentadas por las aguas ferruginosas y picantes (agrias les dicen los lugareños) de las bajas laderas esquistosas; tampoco son significativas las concentraciones de cloruros, sodio y potasio.

Las aguas que escapan superficial o subterráneamente a los límites de Sierra Nevada pueden ver transformadas sus composiciones muy notablemente y de muy diferentes manera según sus caminos. Será frecuente su mezcla con aguas de otros ríos o de las depresiones limítrofes, generalmente más salinas, y, lo que es peor, empezarán a adquirir una serie de contaminantes, que borrarán definitivamente su estigma de aguas procedentes de Sierra Nevada; demasiado abundantes, desgraciadamente, serán los aportes de fertilizantes y plaguicidas, o los desechos orgánicos de poblaciones.

Aguas minero-medicinales: las aguas de Lanjarón

Con el nombre genérico de agua minero-medicinal se conocen todas aquellas que presentan una mineralización o una temperatura característica, que las hace útiles para ciertos tipos de aprovechamientos, tales como la terapia hidrotermal, la recuperación de sus sales disueltas o la comercialización de algunas de ellas como aguas de bebida envasadas. Estas aguas han sido objeto, desde los tiempos de Vitrubio y Plinio, que se conozca por existir testimonios escritos, de numerosas clasificaciones, casi todas ellas realizadas atendiendo a su origen, características físicas, composición química, aplicaciones terapéuticas y tipo de aprovechamiento.

El descubrimiento de las virtudes medicinales de las aguas minerales, atribuido a la Diosa Minerva, tiene un origen antiquísimo; los pueblos a lo largo de la historia han valorado la utilidad de las aguas minerales, no tan solo con el carácter de medida higiénica, sino como agentes curativos y de aprovechamiento de sus sales minerales. No cabe duda que entre los romanos, árabes y pueblos ribereños del Mediterráneo, existía una gran tradición a los baños, como se atestigua por los restos de las famosas termas por ellos levantadas, de las que todavía se conservan numerosos vestigios y referencias toponímicas. Ante la demostrada eficacia de la utilización de las aguas con fines curativos, las civilizaciones posteriores, no solo

asumieron la creencia en las mismas, sino que siguieron investigando en este campo. Todo ello contribuyó a que durante siglos se prodigase la construcción de establecimientos balnearios.

Coincidiendo con el auge de la farmacología moderna, en el primer tercio del siglo XX, acontece un declinar intenso en el aprovechamiento de este tipo de recurso natural, que parece remontar hace un par de décadas, posiblemente debido a dos causas: su utilización como medio curativo y preventivo, y a la experiencia aportada por el resto de los países europeos, sobre los beneficios de la hidrología médica.

En Sierra Nevada son muy abundantes este tipo de aguas, casi siempre ligadas a circulaciones profundas. En el mapa de aguas minero-medicinales de España editado en 1947 por el, entonces, Instituto Geológico y Minero de España, ya se citaban para Sierra Nevada manantiales de este tipo en los municipios de: Alboloduy, Alcolea, Aldeire, Bérchules, La Calahorra, Cástaras, Ferreira, Ferreirola, Lanjarón, Lucainena, Mairena, Mecina Bombarón, Paterna, Pitres, Pórtugos, Trevélez y Válor.

Algunas de estas aguas y otras muchas, no citadas, son termales, y fueron utilizadas por los romanos, y después por los árabes; hoy están casi todas desaprovechadas y abandonadas, y muchas cubiertas de maleza casi están ya perdidas, no siendo conocidas por las nuevas generaciones. Todavía quedan restos de esas termas, donde uno se puede bañar en los meses de invierno en una piscina natural de agua templada. Son célebres por sus cualidades medicinales los baños de Lanjarón, de Graena y los del valle de Lecrín; tienen un ancestral y curioso nombre los baños de Panjuila o Bacamia, y extraño y nada sanitario apelativo los del Piojo o La Marrana en La Alpujarra Alta. Por lo que respecta a las temperaturas de estas aguas, cabe señalar que la inmensa mayoría poseen un débil termalismo, con valores muy usualmente próximos a los 24 °C; las más calientes del borde Sur presentan temperaturas máximas del orden de 30 °C. En la vertiente Norte solo son destacables las de Graena, que, sin embargo, son las más calientes con una temperatura del orden de 40 °C.

El sector de Lanjarón es el más rico y variado en aguas de diferentes temperaturas y quimismos. En dicha localidad se localizan multitud de surgencias, aprovechando una baja cota del contacto del Complejo Nevadofilábride con el Alpujárride; las surgencias se sitúan en una zona especialmente transmisiva por la brechificación tectónica existente y rica en mineralizaciones. Las aguas de este sector son las más famosas de Sierra Nevada desde el punto de vista minero-medicinal, cuyos productos embotellados están presentes en las mesas de casi todos los restaurantes de España; también son apreciadas y consumidas localmente las ferruginosas de Sonsoles en Pampaneira, Fuente Agría en Pórtugos o Bacamía en Dúrcal; y las de otros muchos modestos e innominados manantiales de casi todos los pueblos de La Alpujarra, cuyas características, no por menos conocidas, tienen nada que envidiar a las de las aguas que hemos referido.

La historia de las aguas de Lanjarón se remonta a 1765, año en que se inicia el uso sistemático de las aguas y la actividad balnearia. La referencia escrita más antigua a las propiedades de tales nacimientos se debe al Doctor Bazán, Catedrático de Medicina de la Universidad de Granada, quién en 1822 publicó un tratado del uso de las aguas minerales de Lanjarón. Bazán, que también fue médico titular de Lanjarón, trata en su libro de los manantiales de Capuchina, Capilla, Salud y Baño, y reproduce unos análisis llevados a cabo ese mismo año por el Catedrático José Ponce de León, supuestamente los primeros realizados en aquellas aguas. Dos años más tarde, Juan Bautista Solsona publica otro trabajo sobre Lanjarón. Dice que la explotación de las aguas está limitada a un manantial, con muchos gorgoritos con que sale el agua, que parece que hierve, si bien refiere que en la parte alta del cerro hay otro cuya temperatura alcanza los 28 grados. El que fuera primer director del balneario, el médico Miguel Baldovi y Pallarés, afirma que el primer manantial descubierto fue el denominado Fuente de La Capilla, entre los años 1770-75, y el segundo el denominado Capuchina, que lo fue por un religioso de aquella orden entre 1792 y 1794.

En 1818 habían sido declarados minero-medicinales 6 de los 32 manantiales que se

conocían en aquella época. En ese mismo año se nombra el primer médico director del balneario de Lanjarón. En 1847 Madoz describe la existencia de un edificio cuadrangular dividido en cinco habitaciones, dos correspondientes a los estanques, otras dos que sirven de sudaderos y otra para descanso de los bañistas; esta primitiva construcción debió iniciarse hacia 1843. Pero no es hasta 1925 cuando la distribución de las aguas alcanza a toda la geografía peninsular y Norte de África.

En 1990 se construye una nueva planta de envasado, considerada la más avanzada de su sector en Europa. Actualmente dos de los manantiales de Lanjarón, Salud y Monforte, se comercializan como aguas de consumo habitual, quedando el resto por sus específicas cualidades medicinales para uso exclusivo en tratamientos balnearios. Las aguas que emergen de los manantiales Salud (agua mineral sin gas) y Monforte (agua mineral natural con gas) tienen como característica principal una muy baja mineralización, lo que las hace muy diuréticas. Mención especial merece el manantial de San Vicente, del que emerge un agua minero-medicinal con una especial y beneficiosa acción diurética, que la hace muy útil en la eliminación de cálculos renales, así como en el tratamiento de afecciones reumáticas.

Algunas consideraciones acerca de la regulación de las aguas

El problema hidrológico habitual de las altas montañas, y sobre todo de las costeras, no es la cantidad de agua que reciben, sino la fracción de esa que el hombre es capaz de regular para su uso. Regular implica retenerlas cuando escurren, habitualmente en el invierno en que no son útiles para la agricultura, para ofrecerlas en el estiaje, cuando las demandas son máximas.

En general, en esas montañas los grandes desniveles de las laderas hacen inviables o poco idóneos la mayoría de los enclaves donde ser retenidas mediante presas, si bien estas pueden situarse en las depresiones y valles del contorno. Por otro lado, la escasa proporción habitual de rocas permeables limita la infiltración de las aguas, y por tanto la regulación que podrían ejercer su infiltración en los embalses subterráneos.

Aunque Sierra Nevada participa de los precedentes comentados, sin embargo, recibe una buena parte de sus aportaciones totales en forma de nieve, con persistencias altas en el suelo; y ello es un factor regulador de primera magnitud; este manto blanco realmente se comporta como un verdadero embalse sin paredes; el agua queda colgada de las alturas, y es dada poco a poco; esto ya supone una fuerte regulación de las aguas, que caídas en el invierno, cuando no se necesitan, son cedidas en la primavera y principios del verano, cuando las demandas empiezan a ser altas; ayuda a prolongar esa regulación natural ejercida por la nieve, la infiltración de una parte importante de sus aguas de fusión.

El volumen de aguas infiltradas es mayor de lo que, en un principio, pudiera suponerse por el carácter poco permeable de los esquistos de la alta montaña. La infiltración en estos materiales poco favorables, se ha visto favorecida por dos factores primordiales; uno es el lento proceso de la liberación del agua por el deshielo, que ya se ha comentado, y que da tiempo a la franja de alteración a ir empapándose de agua e ir infiltrando. Otro aspecto, pocas veces tenido en cuenta, es el papel que juega la orla de denso piornal existente entre los 2.000 y 3.000 m, así como las 65.000 has de repoblación forestal que se disponen de los 1.000 a los 2.000 m. Esta masa vegetal de muy distinto tipo, se comporta, a su manera, como un dique a las aguas que escurren, lo que facilita su infiltración en detrimento de las escorrentías, que hubieran sido de difícil regulación, sobretodo en la cuenca mediterránea. No obstante, entre los meses de Mayo y Junio el deshielo siempre ha provocado aportes masivos de agua, imposibles ya de utilizar o retener.

Desde muy antiguo, posiblemente con anterioridad a la dominación árabe, el único y más eficaz sistema de guardar estas aguas del deshielo consistió en su derivación de los ríos, incluso desde sus nacimientos, mediante una compleja red de acequias. En La Alpujarra, la

cultura de estas derivaciones fue muy intensa.

Muchas de estas acequias, todavía sin arreglo alguno, traen el agua a los pueblos. Los que las trazaron fueron tan hábiles y nivelaron de tal manera los cauces, que el correr el agua no las ha deteriorado ni erosionado sensiblemente; es tal la perfección con que están trazadas, que cuesta trabajo determinar hacia donde camina la corriente en muchos tramos. No se le ocurría a los árabes tirar el agua ladera abajo, con lo que hubieran provocado torrenteras, sino que seguían una curva de nivel, lo que hacía posible conducir el agua a lugares muy distantes del punto de captación. Son muchas las acequias que aún se conservan, pero vale la pena deleitarse contemplando algunas de ellas, como la acequia Alta de Capileira, la acequia Baja que corre paralela a la anterior, la acequia de La Andadera, la de La Cabaña Vieja en La Hoya de La Mora, la acequia Chica de la loma del Calvario, la de La Fuente y Papeles en la loma de Maitena, la de las Albardas y Bacares en Trevélez, la de los Castillejos en Bubión...

En muchos casos, su misión era transportar el agua para llevarla a campos de cultivo aparatados, o a las incipientes vegas de las partes próximas a los pueblos; para ello se dispuso su impermeabilizadas de una forma muy rudimentaria, utilizando las lajas y launas de la Sierra para evitar el exceso de filtraciones; pero en una gran mayoría, lo único que se pretendía, con las mismas, era entretener el agua por las laderas; por ello no se impermeabilizaban, y eran muy frecuentes las boqueras por las que se iba aliviando el caudal, en sitios elegidos para producir pastizales o provocar la recarga de fuentes bajas; a esta práctica se denomina *carear* el agua, y gracias a ella, La Alpujarra mantiene esa frondosidad y frescura que tanto la caracteriza, y que permite adivinar por donde discurren las acequias con solo observar la raya de verdor que las acompaña.

Un tipo de diferente de derivación es el ejercido por los canales de hormigón de los saltos hidroeléctricos; en este caso se trata de verdaderos ríos de hormigón, que no ejercen ningún tipo de regulación; muy espectaculares son el paso de estos canales por tajos y zonas de escarpes, donde no se comprende bien como pudieron abrirse a golpe de pico esos túneles colgados del vacío.

En las vegas y depresiones del contorno, como en las de Granada, Motril-Salobreña, o en el valle de Lecrín, la derivación, mediante azudes y presas, de las aguas fue también intensísima, sirviéndose de los aluviones como reservorio donde guardar estas aguas del deshielo.

Otra labor reguladora digna de mención han sido las obras de corrección hidrológica-forestal. Quizás convenga hacer un poco de historia sobre la cubierta vegetal de Sierra Nevada; al parecer, a principios del siglo XVI la Sierra conservaba una extensa y densa cubierta arbórea por debajo de los 2.000 m, inimaginable hoy día. Múltiples causas, todas ellas relacionadas con la utilización de las leñas como combustible, hicieron desaparecer la mayor parte de esa cubierta; no tardaron en producirse torrenteras, aterramientos y deslizamientos en las partes desarboladas; la fuerte acción torrencial arrastró suelos y dejó al descubierto el "esqueleto" de la Sierra.

En 1878, el geólogo Richard Von Drasche hacía la siguiente observación: "toda la Sierra, a excepción de alguna pequeña arboleda, que se ha librado de la deforestación, está completamente desprovista de vegetación". A final del siglo pasado eran frecuentísimas las inundaciones, de las que tenemos abundantes referencias escritas; sin apenas cubierta vegetal arbórea, e incluso arbustiva o de matorral, como el piornal de las altas cumbres utilizado como combustible, se pasaba de las avenidas devastadoras a los estiajes más absolutos. Sensibilizados con este problema, especialmente grave en las cuencas mediterráneas españolas, se crearon en 1901 las Divisiones Hidrológico-Forestales. Los primeros trabajos importantes comienzan a partir de 1925 en la cuenca de los ríos Chico y Sudio, en Soportújar y Cãñar; allí se construye el dique de estabilización más alto de Europa. De esa época son también los diques construidos por el ingeniero García Nájera en el río Salado para detener los corrimientos de tierra que amenazaban al balneario de Lanjarón.

Pero es a partir de 1941 cuando el entonces Patrimonio Forestal del Estado inicia una gran actividad correctora y repobladora en la mayor parte de las faldas de Sierra Nevada; entre las

cotas 1.000 y 2.000 se construyeron centenares de diques en los barrancos más encajados, y la repoblación alcanza hoy a cerca de 65.000 has (50.000 de ellas en la provincia de Granada, y el resto en la de Almería). Toda esta ingente labor ha contribuido muy activamente a disminuir la erosión, y a aumentar y regular mejor las aportaciones hídricas. Muy importantes, para la recarga subterránea han sido los diques construidos en las dolomías alpujárrides, en sierras como las de Tocón-La Peza, Dílar, Padul, Dúrcal o Nigüelas. Asimismo, las repoblaciones forestales de La Alpujarra y del Marquesado han debido contribuir a aumentar las tasas de precipitación, aunque no se dispone de datos al respecto; más evidente ha sido su función protectora del suelo y de laminación de las escorrentías superficiales, en detrimento de una mayor infiltración de las aguas. Ello no quita para que estas repoblaciones hayan hecho desaparecer multitud de fuentecillas someras, cuyos flujos han sido captados por las raíces y consumidos en la transpiración vegetal.

Pero esta paciente y continuada labor humana, es posible que no haya conseguido efectos equiparables a los producidos por un único evento; la sola aparición del butano doméstico en la segunda mitad de este siglo, así como, también, la progresiva electrificación de los núcleos rurales, consiguió frenar la deforestación y la esquilmación leñosa de los montes, lo que ha provocado un paulatino y espectacular aumento de la revegetación natural. A este proceso se ha sumado el progresivo abandono de los cultivos marginales de Sierra Nevada y la disminución drástica de la carga ganadera caprina; la naturaleza, por sí sola, está logrando el resurgimiento del matorral y del arbolado, más a salvo ahora del azote del diente del ganado. Todos estos factores han contribuido decisivamente a aumentar la extensión, densidad y calidad de la cobertura vegetal de Sierra Nevada. Y ya se ha apuntado el importante papel que la cubierta vegetal ejerce sobre el ciclo hidrológico.

Referencias mineras: el oro del río Genil

Los historiadores antiguos nos han dejado constancia que desde los más primitivos tiempos la actividad minera de Sierra Nevada fue notable. Fenicios y cartaginenses explotaron las riquezas minerales de la Sierra; con la llegada de los romanos se intensificó y tecnicó la actividad del laboreo, llevada a cabo por cuenta directa del Gobierno de Roma. Lo mismo sucedió durante todo el período de dominación musulmana durante la que se extrajeron abundantes cantidades de hierro, plomo, cobre, cinc, cinabrio, antimonio, amianto, plata y oro; se tiene constancia de que la plata era buscada en Jerez, La Calahorra, Ferreira, Lanteira, Alquife, Lugros y Aldeire; asimismo, las vetas más importantes de cobre se encontraron en los barrancos del Guarnón, San Juan y Val de Infierno. Muy célebres también eran en esa época las serpentinas del barranco de San Juan y el jaspe blanco y encarnado de las canteras de Lanjarón.

Con la conquista cristiana la minería de Sierra Nevada cae en decadencia hasta llegar a su paralización total. Se dictó incluso una real pragmática por la que se prohibió el laboreo de las minas y el lavado de las arenas auríferas del Darro y del Guadalfeo.

Así permanece la situación hasta la promulgación de la Ley de Minas de 1825, según la cual la Corona era propietaria de todos los yacimientos mineros. La Ley de 1859 liberalizó el sector, y la de 1869 concedió la propiedad a quienes hasta ahora eran simples concesionarios temporales; así se llega básicamente hasta la Ley de 1944. En el presente siglo la minería fue palideciendo poco a poco, y abandonándose instalaciones y minas tan características como las de La Estrella en el río Genil; mucho auge tuvo, sin embargo, la explotación del yacimiento de hierro de Alquife, hoy día en vías de extinción; notable fue también la extracción de serpentinas y algunos mármoles especiales, cuyas canteras están hoy día abandonadas; podría decirse, en fin, que la minería de Sierra Nevada, al día de hoy, ha quedado prácticamente reducida a la extracción de áridos dolomíticos de las canteras del Padul y Dúrcal.

Pero extendámonos un poco más sobre el oro. De todos los yacimientos minerales aludidos, siempre causó fascinación el oro de Sierra Nevada; quizás influyera en ello el haberlo

localizado en las arenas de los ríos (Genil, Darro y Guadalfeo), y no haber descubierto sus imaginarios grandes filones en la Sierra. Desde tiempo muy lejano se tienen noticias de la extracción de oro en algunas minas de la Sierra, pero sobretodo era buscado preferentemente en los ríos Genil y Darro (Dauro), y, también, en el cerro del Sol, cerca de Cenes. Ya en tiempos de los moros, gozaban fama estos parajes, en los que el Rey de La Alhambra tenía empleados 400 cautivos, que recogían entre la arena partículas de oro. Una curiosa tradición, atribuye a los moros conversos el regalo de una corona, forjada con metal de recogido en este cerro. También fue de La Lancha el oro con que enchaparon el retablo de la Iglesia de San Gil, y con el que se hizo la corona que ciñera Granada a las sienes de su poeta Zorrilla; sobre el mismo yacimiento recoge el padre Echeverría, en sus "paseos por Granada", una leyenda muy antigua: la de que era de aquí el oro que los Reyes Magos ofrendaron al niño-Dios en el Portal de Belén...

A partir de 1850 una nueva fiebre del oro aboca al registro de numerosos derechos mineros sobre los terrenos rojizos, desde el cerro del Sol hasta más allá de Dílar. En 1858 se hablaba de la "California granadina" en alusión al oro de los depósitos aluvionares próximos a la ciudad. La actividad de los lavaderos fue puramente artesanal. Expertos industriales creyeron tan abundante el yacimiento, que invirtieron muchos millones de pesetas en construir un canal de cuatro leguas de largo, y en instalar potentes maquinarias, que quedaron sin aplicación poco más tarde, por no obtenerse del negocio el apetecido rendimiento. Ya lo intentaron los franceses en el siglo pasado- Juan Adolfo Goupil, 1875-concretamente en la lancha de Cenes y cerro del Sol (actual parque de Invierno), pero su gran dispersión hace que hubiese que mover ingentes cantidades de rocas y arenas, lo que no lo hace rentable; su proporción era de 4,5 mg de oro por cada tonelada de roca removida.

En tiempos más modernos se han seguido encontrado en el río Genil partículas de oro; el preciado metal sigue presente en las laderas y acumulado en las arenas del piedemonte de Sierra Nevada. Todavía es frecuente ver de vez en cuando a aficionados buscadores auríferos bregar con las arenas del Genil o el Guadalfeo, en busca de pepitas, y en este siglo son bastantes los que se vanaglorian de haberse fundido anillos de boda o de pedida con ese oro granadino.

Referencias bibliográficas

Es muy abundante la bibliografía sobre temas más o menos relacionados con el agua en Sierra Nevada. Muy numerosos son los trabajos de investigación, la mayoría Tesis y Tesinas inéditas, realizados desde la Universidad de Granada; también son muy valiosos los informes internos de todo tipo realizados por organismos, algunos ya desaparecidos, como son la Confederación del Guadalquivir y la del Sur, Patrimonio Forestal, ICONA, IARA, AMA...Muy útiles son los listados de datos climatológicos recogidos por el Servicio Meteorológico Nacional, o los valores de caudal recopilados por las Confederaciones Hidrográficas. A continuación doy la relación de trabajos, desgraciadamente incompleta por limitación de tiempo, utilizada para la realización de este capítulo.

Bibliografía utilizada

Almagro, J. (1932). *Torrentes y pantanos en Sierra Nevada*. Ed. restringida. 60 pág. Madrid

Castillo, A. (1982). *Estudio hidroquímico de la depresión de Padul (Granada)*. Tesis Licenc. Univ. Granada. 227 pág.

Castillo, A. (1988). Ensayo de delimitación y caracterización del sistema hídrico de Sierra Nevada, ante un futuro plan especial de protección. II Cong. Geológico de España (2): 359-362. Granada

Diputación de Granada (1990). Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada. Coed. Diputación-I.T.G.E. 107 pág. 4 mapas a 1:200.000. Granada

Fernández, F. (1931). Sierra Nevada. Reed. Caja General de Granada. 1992. 341 pág. Granada.

Ferrer, M. (1985). Sierra Nevada y La Alpujarra. Ed. Andalucía, S.A. 4 vol. Granada

Ferrer, M.; Mora, F. y Kenji, H. (1991). Minerales de Granada; Sierra Nevada. Ed. Caja Rural de Granada. 216 pág.

I.G.M.E. (1947). Manantiales minero-medicinales de España. Mapa a escala 1:500.000

Madoz, P. (1849). Diccionario geográfico-estadístico histórico de España y sus posesiones de ultramar. Madrid

Prieto, P. (1985). El libro de Sierra Nevada. Ed. Caja General de Ahorros de Granada. 235 pág.

Pulido, A. (1980). Datos hidrogeológicos sobre el borde occidental de Sierra Nevada. Fund. J. March. Serie Universitaria 123. 51 pág. Madrid

Pulido, A.; Benavente, J.; Castillo, A. y Padilla, A. (19). Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Adra. Proy. LUCDEME (inéd.). 66 pág.

Rodríguez Gordillo, J.; Velilla, N. y Fernández Rubio, R. (1981). Hidroquímica y termalismo de las aguas de Lanjarón (Granada). I Simp. sobre el Agua en Andalucía

Rodríguez Martínez, F.; Frontana, J. y Goicoechea, M. (1981). Evolución y estado actual de los estudios climáticos en Sierra Nevada. VII Col. Nacional de Geografía. Vol. 5. Pamplona

Ropero, M.L. (1981). Calidad de las aguas corrientes de Sierra Nevada (Granada). Tesis Licenc. Univ. Granada

Toharia, M. (1985). Meteorología popular. Ed. El Observatorio. 125 pág. Madrid

Titos, M. (1990). La aventura de Sierra Nevada (1717-1915). Ed. Univ. Granada y Diputación de Granada. 439 pág. Granada.