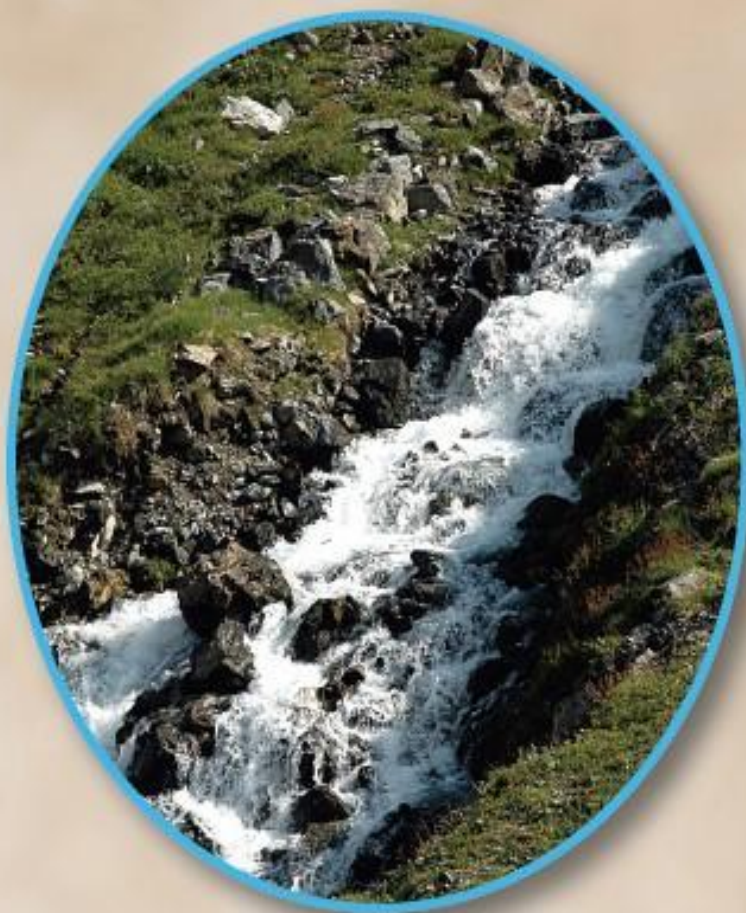


Giornate Bormiesi di Cardiologia



Le acque dell'Alta Valtellina

Edizione a cura di
Livio Dei Cas e Leo Schena

Le acque dell'Alta Valtellina

a cura di

Livio Dei Cas e Leo Schena



Le acque del Parco Nazionale dello Stelvio

Omaggio a Paolo Berbenni

Massimo Favaron
(Parco Nazionale dello Stelvio)

Parco di antica storia, lo Stelvio: l'atto di nascita porta data 1935. Quarto parco nazionale italiano a venire istituito e quarto per dimensione (circa 130mila ha). In virtù di tali antichi natali rientra nel novero dei Parchi nazionali storici. Un'antica storia durante la quale il Parco è cambiato, crescendo in dimensioni (è stato ampliato nel 1977; alla nascita aveva superficie di "soli" 95 mila ha) e modificando il proprio assetto fino alla attuale strutturazione in vigore dal 1993. Oggi il Parco è amministrato da un Consorzio e suddiviso in tre settori: quello altoatesino, quello trentino e quello lombardo.

Straordinario patrimonio di natura e, per questi ambienti creati dal secolare lavoro dell'uomo, di cultura nel quale le acque hanno un ruolo cruciale. Oltre a essere elemento fondamentale per la vita, nel territorio del Parco nazionale hanno anche un fondamentale ruolo paesaggistico. Si pensi, ad esempio, alla presenza dei ghiacciai (ne sono riconosciuti 149) per una superficie totale di circa 110 km², compreso il secondo più grande tra quelli italiani (il Ghiacciaio dei Forni), uno dei pochi esempi di ghiacciaio vallivo confluyente delle Alpi. O all'elevato numero di piccoli laghi naturali (oltre 90) e di sorgenti presenti nell'area protetta.¹

A questo patrimonio dedicò la sua attenzione un personaggio che ha lasciato una profonda impronta nella conoscenza di questo territorio.

Paolo Berbenni, bormino di nascita (nasce nel 1929), laureato in chimica nel 1955 ha avuto una brillante carriera universitaria: Pavia, Venezia, il

¹ M. CARRO, L. PEDROTTI, (a cura di), *Atlante del Parco Nazionale dello Stelvio*, 2010.



Paolo Berbenni.

Politecnico di Milano, questi gli atenei dove ha insegnato e fatto ricerca dedicandosi alla chimica e chimico-fisica delle acque, in particolare delle acque minerali e potabili. Inoltre, è stato membro di varie associazioni e commissioni e consulente per i più svariati enti; per non dire delle moltissime pubblicazioni sulle acque al suo attivo. In tutto ciò, senza mai scordare l'Alta Valtellina, alle cui acque ha dedicato molta della sua attenzione scientifica. Berbenni in questo va considerato un precursore. Molte delle conoscenze sulle acque del Parco erano, fino a pochissimi anni fa, frutto del lavoro suo e dei suoi più stretti collaboratori.

Solo in anni recenti, anche grazie a nuove strumentazioni, la ricerca ha fatto rilevanti passi avanti, sempre seguendo il solco delle conoscenze da lui tracciato.

Paolo Berbenni, personaggio di profonda e semplice umanità, dedito ad una passione scientifica unita al profondo attaccamento ai luoghi, ci ha lasciato nel 2013. Sono ben pochi altri i personaggi che hanno saputo riunire in sé, in questo territorio, questi caratteri. Forse due soli: Martino Anzi e Massimo Longa. Il legame del prof. Berbenni al Parco Nazionale è stato forte. In qualità di rappresentante del mondo della ricerca scientifica fu più volte membro, ordinario o supplente, del Comitato di Gestione (l'organo politico/decisionale) del settore lombardo del Parco. Quest'articolo vuole essere un omaggio alla persona e al ricercatore. E visto che nessuno conosceva le acque del Parco meglio di Berbenni, a lui si darà il più ampio spazio, ricalcando quanto scrisse in un volume, divulgativo ma rigoroso, pubblicato dal Berbenni per il Parco nel 2000.² L'intento è quello di riproporre le conoscenze del professore cercando di dar loro una più ampia diffusione con solo, qua e là, alcuni aggiornamenti. Proprio in quest'ottica, a quel lavoro si è ampiamente attinto. Le parole del prof. Berbenni sono riportate nei corsivi del seguito.

² P. BERBENNI, *Le acque del Parco Nazionale dello Stelvio in Lombardia*, Parco Nazionale dello Stelvio, Bormio 2000.

Le acque superficiali

I principali bacini idrografici del territorio del settore Lombardo del Parco nazionale sono quelli dell'Adda (costituito dalle quattro valli confluenti nella conca di Bormio, con i torrenti Viola, Braulio e Frodolfo), dell'Oglio (in Valle delle Messi, con il torrente Oglio-Frigidolfo) e quello dello Spöl (nella conca di Livigno, con l'Acqua del Gallo).

Fino alla pubblicazione di Berbenni, erano noti ben pochi dati di portata dei torrenti di questi bacini e mancavano dati sistematici su questo parametro. Era noto da uno studio effettuato nel triennio 1996-1998 che le portate dei torrenti erano soggette a un ciclo stagionale e manifestavano variazioni considerevoli.³ Questi gli estremi di portata registrati in alcuni corsi d'acqua: Torrente Viola (Valdidentro), 0,3 - 4,5 m³/sec; Adda (a Cepina, Valdisotto), 0,5 - 1,1 m³/sec; Frodolfo (Valfurva), 6 m³/sec (unico valore riportato); Oglio-Frigidolfo (a Precasaglio, Ponte di Legno – BS) 0,3 - 2,6 m³/sec.

Il ruolo delle Derivazioni Idroelettriche

La stagionalità delle portate – con minimi invernali e massimi in primavera – non era sempre ben chiara. Un po', probabilmente, per la brevità della serie storica che non permetteva di desumere chiare tendenze. Era chiaro, però, come tale parametro fosse alterato fortemente dalle captazioni che sottraevano, allora come oggi, notevoli quantità d'acqua dai bacini idrografici. Il prelievo d'acqua con conseguente trasferimento a valle o in altri bacini era stimato in 21 m³/sec.

Il pesante condizionamento del ciclo delle acque del Parco nazionale è in relazione a una fittissima trama di canali collettori e di bacini di raccolta delle acque ad uso idroelettrico. Di tale rete, gli elementi più vistosi sono i Laghi di Cancano e il Lago di Livigno. I primi sono stati realizzati a partire dal 1928 dall'allora Azienda Energetica Municipale di Milano, con la realizzazione del serbatoio di Cancano. Il lago, in origine con una capacità di 24 milioni di m³, venne poi ampliato agli attuali 123 milioni di m³. Nel 1939 iniziarono i lavori per l'invaso di S. Giacomo di Fraele, immediatamente a monte del precedente, con una capacità di 64 milioni

³ Politecnico di Milano, *Ricerca scientifica per la determinazione del deflusso minimo vitale nei territori di cui alla legge 102/90. Rapporto finale. Relazione generale*, Milano 1999.



Il lago Bianco (2.606 m s.l.m.) nei pressi del Passo Gavia ancora parzialmente congelato in tarda primavera.

di m³. Il Lago di Livigno è ancora più imponente, con un volume di 165 milioni di m³. Costruito negli anni '60 del secolo scorso a seguito di accordi italo-svizzeri, ha aumentato di molto l'ampiezza di un preesistente bacino naturale. Nei due grandi bacini di Cancano vengono convogliate, grazie alla rete di canali derivatori sotterranei estesi per decine di chilometri, le acque dei bacini del torrente Spöl (in Comune di Livigno), del Viola (Valdidentro), del Braulio (Valdidentro e Bormio), del Frodolfo (Valfurva). Le acque raccolte alimentano in cascata una serie di otto centrali, con una produzione energetica di circa 2 miliardi di kWh annui.

Le acque del Lago di Livigno provengono dal bacino del torrente Spöl (in Comune di Livigno) e vengono utilizzate dall'azienda svizzera EKW – Engadiner Kraftwerker. Alimentano due centrali elettriche con una produzione annua potenziale di 92,9 milioni di kWh, ma la resa complessiva è di molto superiore considerando che altre centrali a valle sono almeno parzialmente alimentate dall'acqua dello Spöl.⁴

Va da sé che la realizzazione di interventi così massicci determinò radicali

⁴ Statistica degli impianti idroelettrici della Svizzera. Confederazione Svizzera - Ufficio federale dell'energia UFE, 2013.

modifiche del regime delle acque di vaste aree del Parco. E se è vero che le aree in cui vennero realizzati i laghi all'epoca non facevano parte dell'area protetta (ne entreranno a far parte con l'ampliamento del 1977), le captazioni nei bacini del Braulio e del Frodolfo ricadevano nel territorio "storico" del Parco.

È pur vero che si manifestavano allora impellenti necessità di produzione di energia elettrica per sostenere lo sviluppo, e non va dimenticata l'importanza che la possibilità di impiego nella realizzazione delle opere ebbe per la comunità locale in un periodo in cui vi era una fortissima tendenza allo spopolamento delle aree montane proprio a causa della mancanza di opportunità lavorative. Ma non si può certo scordare, come scrive Berbenni stesso ancora nel 2000, che *con l'utilizzo delle acque per uso idroelettrico, il regime della maggior parte dei corsi d'acqua viene alterato. I corsi dei fiumi e dei torrenti sono più ricchi d'acqua nei mesi invernali che non in quelli estivi; è nel tardo autunno e in inverno, infatti, che si svuotano i serbatoi artificiali per produrre energia elettrica, serbatoi che vengono poi riempiti interamente in estate. L'escavazione di gallerie nel comprensorio dell'Alta Valle per convogliare le acque nei bacini artificiali, ha prosciugato per lunghi periodi dell'anno il letto dell'Adda e dei suoi affluenti ed ha alterato gli ecosistemi di gran parte del territorio. Le ripercussioni non sono state ancora attentamente esaminate sia a livello ambientale (inacidimento dei corsi d'acqua, alterazione delle sorgenti, modificazioni climatiche, ecc.), sia a livello di sottrazione di risorse per altri usi, non da ultimo la pesca, il tempo libero, la vita acquatica ed il paesaggio*. Ricorda anche, il prof. Berbenni, come oggi, ormai svaniti i benefici di un tempo, si dovrebbero tenere in conto le *esigenze delle comunità delle nostre valli che già hanno pagato molto in risorse ambientali*. E dal 2000 la situazione non è cambiata.

Da ghiaccio ad acqua

Interessante la notazione di Berbenni, riportata citando dati AEM,⁵ dell'incremento delle portate, nell'arco di 70 anni, di 50 litri al secondo per km² di ghiacciaio. Equivalenti allo scioglimento di 60 milioni di metri cubi di equivalente in acqua. Stava diventando evidente il fenomeno di fusione dei ghiacciai che ha poi avuto incrementi ulteriori. Emblematico di una

⁵ AEM, *Ghiacciai dell'Alta Valtellina: evoluzioni delle superfici glaciali negli ultimi due periodi trentennali*, Ufficio Ambiente Idrologia, Grosotto 1995.

situazione generale è, al proposito, il bilancio di massa del Ghiacciaio della Sforzellina, in Valle di Gavia. Nel periodo 1987-2000 ha perso mediamente 0,30 milioni di metri cubi/anno saliti poi, nel periodo 2001-2006 a 0,50 milioni di metri cubi/anno. Il tutto, su una massa complessiva, al 1999, di 7,9 milioni di metri cubi. Un "ghiacciaietto", rispetto ai suoi ben più vasti vicini, per tutti i quali sono state registrate tendenze negative nei volumi. Il tutto, in concomitanza con un incremento della temperatura locale di 0,5°C.⁶ Diventa sempre più evidente come il prezioso patrimonio acqua, allo Stelvio come ovunque, rischi di diventare sempre più raro.

Il ciclo idrologico

Il ciclo idrologico di un bacino idrografico è determinato da quattro fattori: l'apporto idrico determinato dalla quantità delle precipitazioni; il volume dell'evapotraspirazione (la quantità di acqua che va persa per evaporazione dal substrato o per traspirazione da parte delle piante); il volume di acqua che defluisce dal bacino e il volume di acqua che nel bacino rimane immagazzinato sia nella copertura nevosa sia nei serbatoi idroelettrici.

Per la porzione sondriese del settore lombardo del Parco, esteso su circa 495 km², Berbenni stimò, partendo dai dati di nove stazioni pluviometriche presenti sul territorio, una precipitazione media di 800 mm/a, un volume di evapotraspirazione pari al 15%, un deflusso pari al 60% e un immagazzinamento equivalente al 25% dell'apporto idrico.

Il calcolo dei volumi di acqua interessati nel territorio indagato fornì, quindi, valori di apporto idrico per precipitazione di 396,5 milioni di m³/a. A fronte di ciò, 59,47 milioni di m³/a di acqua vanno persi per evapotraspirazione e 237,8 milioni di m³/a per deflusso dal bacino per scorrimento. L'immagazzinamento è quindi pari a 99,1 milioni di m³/a.

La disponibilità di acqua in Alta Valtellina non è, in termini assoluti, particolarmente elevata. Quest'area è, infatti, una di quelle che fanno registrare tra le più basse precipitazioni a livello regionale. Si tenga conto che sulla dorsale orobica e nella zona del Verbano le precipitazioni superano anche i 2.000 mm/a.⁷

⁶ C. SMIRAGLIA, G. DIOLAIUTI, *Lo stato di salute dei ghiacciai lombardi: verso l'estinzione di una risorsa fondamentale?*, in: C. SMIRAGLIA, G. MORANDI, G. DIOLAIUTI, red., *Clima e ghiacciai*, (Consiglio Regionale della Lombardia, Comitato Glaciologico Italiano, EVK2CNR, A2A, Università degli Studi di Milano. (senza indicazione di anno).

⁷ M. SEGRÈ, N. CHINAGLIA, M. RIVA, A. ELEFANTI (red.), *Programma di tutela e uso delle*

Le acque sotterranee e il termalismo

Una parte delle acque coinvolta nel ciclo di quest'elemento fluisce in profondità. La dinamica sotterranea delle acque dipende dalle caratteristiche del substrato roccioso.

La presenza di rocce a diversa permeabilità e le loro caratteristiche chimiche determinano le modalità di affioramento in superficie delle acque e le loro caratteristiche chimico fisiche.

Una prima, evidente, conseguenza è la distribuzione sul territorio delle sorgenti d'acqua, ma le particolari condizioni litologiche hanno fatto sì che in diverse aree del Parco nazionale venissero alla luce acque minerali.



Laghetto in Valle Alpisella (2.232 m s.l.m.) nei pressi delle sorgenti dell'Adda.

Le caratteristiche di tali acque sono estremamente diverse, in considerazione delle differenti condizioni locali. La loro presenza è stata sfruttata, fin dal lontano passato, a scopo terapeutico tanto da dar vita a un vero e proprio turismo termale. Di fatto, è così che è nata la vocazione turistica che è diventata la base dell'economia di interi territori, come nel caso di Bormio e di S. Caterina Valfurva o, nel settore trentino del Parco Nazionale, di Peio e di Rabbi. Nel tempo, soprattutto in Lombardia, le motivazioni turistiche sono cambiate orientandosi maggiormente sugli aspetti sportivi e di fruizione ricreativa di un territorio di altissimo valore paesaggistico e naturalistico. Il diminuito interesse per il termalismo ha portato, purtroppo,

a una diminuzione dell'attenzione per il valore di questo patrimonio, talora sacrificato ad altri interessi.

Pur essendo il termalismo un'importante realtà anche in Trentino, anche in questo caso dedicheremo la nostra attenzione al settore lombardo dello Stelvio. È ad esso che Paolo Berbenni ha dedicato principalmente la sua attenzione, con indagini sulla qualità delle acque termali protrattesi nel tempo e sfociate in una messe di dati in parte riassunta nel seguito.

Nella pubblicazione del 2000 Berbenni diede anche spazio alla storia del termalismo e delle ricerche chimico-fisiche svolte nel passato sulle acque delle tre stazioni termali presenti nel territorio del Parco lombardo (le già citate Bormio e S. Caterina e S. Apollonia, nella camuna Valle delle Messi). La sua rassegna storica è al tempo stesso sintetica ed esauriente, a dimostrazione della vasta cultura del professore. È quindi sembrato giusto riportare per intero i cenni storici pubblicati nel suo scritto.

Le acque termominerali di Bormio

Le acque di Bormio si caratterizzano per le elevate temperature, variabili tra i 36 e i 42°C (leggermente più calde in inverno quando minori sono le infiltrazioni di acqua superficiale). Nota Berbenni la curiosità, un'apparente contraddizione, dell'affioramento di acque calde in una conca circondata da montagne coperte da nevi eterne (o quasi). *Tanto che Josia Simler, nel commentario "De Alpibus" del 1574, definì le acque di Bormio un "miracolo della natura".*

In realtà il fenomeno ha una spiegazione geologica: qui passa la frattura dello Zebrù, linea di contatto tra le rocce impermeabili a Sud (filladi e micascisti filladici) e le rocce sedimentarie, estremamente permeabili a causa della intensa fratturazione, presenti a Nord (soprattutto dolomia principale).⁸ Le acque che si infiltrano nella dolomia, convogliate in profondità si riscaldano a causa del gradiente geotermico (pari a 1°C ogni 30 m circa di profondità). Incontrando le rocce impermeabili riemergono conservando gran parte del calore accumulato.⁹ L'analisi isotopica avvalorava questa spiegazione¹⁰ che

⁸ Servizio Geologico Nazionale, "Carta Geologica della Lombardia – scala 1:250.000". Roma – Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1990.

⁹ P. BERBENNI, R. POZZI, *Le sorgenti termominerali dei Bagni di Bormio: osservazioni idrogeologiche, chimiche e chimico-fisiche*, Annali di Idrologia, 3, 57-78, 1965.

¹⁰ F. VUATAZ, *Hydrogéologie, géochimie et géothermie des eaux thermales de Suisse et des régions alpines limitrophes*, Dép. Minéralogie, Université de Genève, Pub. n° 322, 1982.

resta la più accreditata anche se alcuni autori hanno proposto, come ipotesi alternativa, che il riscaldamento dipenda da fenomeni radioattivi dovuti alla presenza di depositi di ossido di uranio UO_2 .¹¹

Nove sono le sorgenti le cui acque affiorano presso i Bagni Vecchi di Bormio (la stazione termale storica). Esse sono situate a quote comprese tra i 1.280 e i 1.420 metri s.l.m. e alimentano tanto le stazioni dei Bagni (Vecchi e Nuovi) quanto le Terme di Bormio. Ciascuna è caratterizzata da un proprio nome: Pliniana, San Martino, Arciduchessa, Cassiodora, Zampillo dei Bambini, Ostrogoti, Nibelunghi, San Carlo, Cinglaccia. Tali nomi traggono origine talora dalla "mitologia" dei Bagni, tal'altra dalla loro storia. Se da una parte non v'è prova che Plinio frequentò mai questa zona, come darebbe a intendere la Pliniana, dall'altra vi sono riferimenti a personaggi effettivamente transitati ai Bagni. È il caso di Cassiodoro (v. nel seguito) e dell'Arciduchessa Caterina di Mantova. Quest'ultima, moglie dell'Arciduca del Tirolo Ferdinando d'Asburgo, soggiornò qui nel 1590, ottenendo, grazie alle cure termali, la guarigione dalla sterilità. *Non senza ragione dunque le acque termali di Bormio vennero dal Winek chiamate "I bagni delle donne" (Frauenbad) e più tardi, come già ricordato dall'Abate de Burgo (1689), "Paradiso delle donne"*.¹²

Tutte le fonti hanno le stesse caratteristiche chimiche e chimico-fisiche, con contenuto salino pari a circa 1.200 mg/l e composizione solfato-bicarbonato-calcica, in cui zolfo e calcio costituiscono il 74% della mineralizzazione totale. La composizione chimica è determinata dalla peculiare (per le Alpi interne) litologia della zona. È così che *i solfati provengono essenzialmente dalla dissoluzione del gesso presente nei calcari dolomitici triassici, mentre il magnesio proviene dalle dolomie e dai calcari dolomitici*.¹³ La composizione è determinata in parte anche da fenomeni biologici quali la riduzione dei solfati da parte dei batteri dello zolfo che determinano la presenza di zolfo, tiosolfati e politionati.

I "fanghi di Bormio", contenenti per il 50% zolfo elementare e per il 12% sostanza organica, si formano per deposizione di tali sostanze.

Nelle acque sono inoltre presenti ioni fluoruro¹⁴ ed hanno una radioattività

¹¹ G. BRAGAGNOLO, *Le terme radioattive dei Bagni di Bormio in Valtellina*, Ann. Chim. appl., 38, 179, (1948); L. DE CAPITANI, M. FIORENTINI POTENZA, M. TERRANI, *Geochemistry of Ra in the supergene zone of a radioactive spring*, Atti Soc. ital Sc Nat, 115 (2), 157, 15.VI 1974.

¹² J. Guler von Weineck nel suo volume *Raetia* (1616) definisce i Bagni di Bormio Weyberbad, propriamente "bagno delle mogli".

¹³ P. BERBENNI, R. POZZI, *Le sorgenti cit.*

¹⁴ A. CANDELI, M.G. GRIGLIARELLI, *Ricerche sul contenuto in fluoro delle acque minerali*

naturale dovuta a radon.¹⁵

Il sommarsi di tutte queste molteplici caratteristiche fa sì che le acque termali di Bormio abbiano molteplici proprietà per il benessere umano: disintossicanti, rigeneranti, tonificanti, antistress, rilassanti, esfolianti, sedative sul sistema nervoso sia centrale sia periferico, antinfiammatorie, decongestionanti, disinfettanti.¹⁶ L'importanza della presenza delle fonti termali è tale, fin dall'antichità, da potersi ricondurre ad essa, almeno secondo la spiegazione più accreditata, l'etimologia stessa di Bormio (il tema *Borm-* deriva da una radice indoeuropea che significa "riscaldare, ribollire").¹⁷

Ma lasciamo spazio alla storia delle terme bormiesi nelle parole del Berbenni.

Le fonti termali si trovano a circa due chilometri da Bormio, antico borgo sulla cui origine non si hanno notizie certe. A quale epoca risalga l'uso dei Bagni di Bormio è difficile precisare.

Molti storici concordano nel riconoscere in una frase di Plinio (Naturalis Historia, II, 103) "in jugis Alpium", i Bagni di Bormio, anche se il riferimento è troppo generico.

La prima documentazione storica indubbia che si ha delle terme di Bormio si trova in Aurelio Cassiodoro. Questo letterato del VI secolo, segretario di Teodorico re degli Ostrogoti, in nome di Teodato concede al Conte Vinosiado licenza di recarsi "ad aquas Burmias" per curarsi della gotta (Aurelio Cassiodoro, Epistolae libro X, 29). Si tratta di un documento molto importante che attesta la rinomanza delle acque di Bormio ed il riconoscimento delle loro virtù terapeutiche. Può essere quindi proprio questa rinomanza la testimonianza di una conoscenza da parte dei romani di stazioni termali. Da Cassiodoro fino al XII secolo non si ha più ricordo dei bagni.

Bisogna risalire agli Statuti del Contado di Bormio del XII secolo per trovare menzionati i bagni. In un'ordinanza viene prescritto che i terrazzani non dovessero usare di quelle acque termali nei tre mesi di giugno, luglio e agosto, per dare comodo maggiore ai forestieri che in gran numero accorrevano (De Picchi, 1822).

imbottigliate italiane, Annali Sanità Pubblica, XII, VI, nov-dic, 1951.

¹⁵ L. DE CAPITANI, M. FIORENTINI POTENZA, M. TERRANI, *Geochemistry of Ra in the supergene zone of a radioactive spring*, Atti Soc. ital Sc Nat, 115 (2), 157, 15.VI, 1974.

¹⁶ AA.VV., *Qualità e proprietà delle acque termali lombarde*, Regione Lombardia, 2006.

¹⁷ A. VALVO, *Il culto delle acque salutari in territorio lombardo in età romana e preromana*. In "Analecta Brixiana", Manzoni G.E., VALVO A (red.), Vita e Pensiero, 2004.



Cascatella in una vallecola laterale della Valle del Gallo, nella zona di Cancano.

Nel 1201, nel trattato di pace tra Como e Bormio fu stabilito che venisse distrutto l'edificio innalzato dai Bormiesi presso i Bagni Vecchi ad eccezione dei bagni e della vicina chiesa di S. Martino.

Nel 1336, Pietro da Tussignano, nella sua opera "De balneis Burmi apud Volturenos liber" (Venezia, 1553, pag. 194) descrive le proprietà curative dei bagni ed elenca le diverse malattie che vi si possono curare.

A partire dal 1500 numerose sono le pubblicazioni ed i lavori scientifici che riguardano le acque termali di Bormio.

Nel 1516 il medico bormiese Gaspare Sermondi fece una descrizione nel "De balneorum burmiensium" (Ponti, Milano, 1590); nel 1540 Andrea Mattioli pubblicò un trattato "Sui bagni di Bormio" (Como, 1540); nel 1545 Pietro Paolo Parravicini descrive la natura ed i miracoli delle acque di Bormio in un'opera stampata a Venezia; nel 1571 Andrea Bacci nel libro "De thermis totius orbis libri" (Venezia, 1571) cita le acque termali di Bormio.

Fa menzione delle acque di Bormio, per la loro singolarità di essere calde e salutari per l'uomo, Josia Simler nel "De Alpibus" (Zurigo, 1574).

Nel secolo XV si ricordano le pubblicazioni di Niccolò Annesi (1612, ristampato nel 1691) e di Gian Battista de Burgo (1689) che definì le acque di Bormio "il paradiso delle donne".

Nel 1747 Giovanni Battista de Simoni descrive le terme bormiesi e riporta la prima analisi chimica.

*Risalgono comunque all'ottocento le descrizioni e le analisi chimiche più attendibili, quelle di De Magri (1818), di Pellegrini (1835), di von Planta (1860), di Schwegger (1891), ed in epoca più recente quelle di Pesci (1906), di Nasini e Porlezza (1922) e di Bragagnolo (1940-1950). Dopo la seconda guerra mondiale le acque sono state oggetto di studi particolari da parte di Berbenni, sia per quanto riguarda l'analisi chimica (1960) sia per alcune ricerche di chimica-fisica (1963, 1965); da Berbenni e Pozzi con osservazioni idrogeologiche, chimiche e chimico fisiche (1965). In questi ultimi decenni, oltre ad un controllo periodico da parte di Berbenni, che ha tenuto sotto osservazione le portate e le temperature di tutte le sorgenti e ne ha effettuato il controllo chimico, vanno segnalati gli studi di L. De Capitani e Coll. (1974), che avanzano un'ipotesi sulla radioattività delle sorgenti, le ricerche di A. Pirola e C. Berbenni che segnalano la presenza di stazioni di *Adiantum capillus veneris* alle Terme di Bormio, quelle di C. Fava e R. Regalin (1984), che mettono in evidenza alcune specie faunistiche in prossimità delle sorgenti calde e quelle di F. V. Vuataz (1982), che in uno studio idrogeologico, geochemico e geotermico delle acque termali svizzere prende in esame anche le sorgenti di Bormio.*

La fonte ferruginosa di S. Caterina Valfurva

Situata a 1.738 metri s.l.m., la sorgente era situata nella piana di S. Caterina, al margine di un'area umida ormai quasi del tutto scomparsa. Il pianoro è costituito dall'accumulo di sabbie limose e torbe di origine lacustre in un'area in cui il substrato roccioso è costituito principalmente da filladi quarzifere e da micascisti.¹⁸

Era proprio la presenza della palude a determinare le caratteristiche dell'acqua minerale.

Tale era l'importanza naturalistica dell'area umida, caratterizzata dalla presenza di rarissime specie vegetali come la *Paludella squarrosa*, che nel 1970 il CNR ne propose l'istituzione a riserva naturale. L'estensione del Parco nazionale dello Stelvio a tutta la Valfurva nel 1977 sembrava doverne garantire la conservazione ma, come vedremo, così non fu.

L'acqua di S. Caterina era caratterizzata, oltre che dalla presenza di alte concentrazioni di calcio e magnesio, dovuto alle masse calcareo-dolomitiche presenti nelle filladi, da un elevato tenore di ferro e di acido carbonico che dava all'acqua il caratteristico sapore acidulo. *La solubilizzazione del ferro è connessa all'alterazione dei minerali ferrosi contenuti nelle rocce costituenti il bacino idrogeologico, favorita dalla presenza di sostanza organica (acidi umici e fulvici) e dall'ambiente fortemente riducente. L'elevato tenore in acido carbonico deriva dalla decomposizione della sostanza organica, presente nell'antica conca lacustre di Santa Caterina.* Berbenni stesso per oltre vent'anni, fino alla sua distruzione, monitorò le caratteristiche chimico-fisiche della sorgente, soprattutto per il contenuto di ferro.

Notò come la qualità delle acque aveva subito un'alterazione già all'inizio della ricerca: la caratteristica organolettica più saliente, il sapore frizzante dovuto all'anidride carbonica, era già in parte perso. Ma le alterazioni più rilevanti si verificarono dopo i drenaggi e la canalizzazione delle acque e la parziale edificazione dell'area umida realizzati a partire dal 1979-1980. Ciò determinò l'immissione nella palude di acque a debole mineralizzazione e a bassa temperatura. La durezza totale dell'acqua subì una riduzione di 1,44 volte, quella dell'alcalinità totale di 1,66 volte. Ma il calo più sensibile fu quello a carico del ferro la cui concentrazione passò da valori di 40 mg/l a soli 12 mg/l. Dopo di allora la situazione è ancora peggiorata; la perdita del contenuto in ferro era dell'ordine dell'80%.

¹⁸ R. POZZI, P. BERBENNI, *Idrogeologia e chimico-fisica della fonte di S. Caterina Valfurva (Sondrio)*, Geologia tecnica 6, 1967.

Berbenni suggerì, nel 1984, una serie di azioni di conservazione dell'area naturale e della sorgente che vennero del tutto ignorate. Tanto che, come già detto, la sorgente venne sacrificata nel 1985. L'area residua della zona umida subì poi la quasi completa eliminazione con gli ultimi mondiali di sci del 2005. Malgrado l'inserimento nel Parco nazionale andava così persa *una ricchezza che era, insieme, un bene storico, ambientale, scientifico ed economico da salvaguardare e proteggere.*

Quanto la fonte fosse, nel passato, una ricchezza è ben chiaro dai cenni storici di Berbenni, cui lasciamo la parola.

S. Caterina Valfurva è stata celebre per quasi tre secoli per la sua acqua ferruginosa. Anche se oggi non esiste più, la si vuole, tuttavia, ricordare per il suo interesse scientifico, oltre che storico.

La Valfurva è il secondo dei cinque comuni del bormiese. La valle che da Bormio risale lungo il corso del torrente Frodolfo, termina con il paese di S. Caterina, che fino al secolo scorso si chiamava Magnavacca. L'etimologia di questa parola è "divora la vacca", per il fatto che dalle pendici di queste montagne talvolta precipitano le vacche e vengono divorate. Ivi sorge pure la chiesa dedicata a S. Caterina, che in tempi recenti diede il nome alla località stessa.

La valle è percorsa dal torrente Frodolfo, che trae la sua origine dal Ghiacciaio dei Forni e confluisce nell'Adda un poco più a valle di Bormio, in località S. Lucia. Fra le valli bormiesi, la Valfurva è la più popolata.¹⁹

La Valfurva è collegata alla Valcamonica attraverso il passo del Gavia, la cui strada, costruita per scopi militari nel 1915, ebbe massima importanza nei tempi antichi, come arteria del traffico che, provenendo dalla Repubblica Veneta, attraverso la Valcamonica, la Valfurva, Bormio e la valle di S. Giacomo di Fraele, arrivava al nord della Germania. Possiamo quindi ritenere che la Valfurva traesse vantaggi con il transito delle merci, così come fu per Bormio.

L'acqua ferruginosa ancora non era stata scoperta. È difficile stabilire una data esatta sulla scoperta di quest'acqua, e la storia non la ricorda che all'inizio del 1700, allorché Baldassarre Bellotti, patrizio bormiese Rettore della Valfurva, scrisse su di essa un trattato. Il manoscritto è datato 1703. Secondo il Casella, l'acqua di S. Caterina sarebbe stata scoperta nel 1698. Negli atti del Consiglio di Bormio del 1705 si trova una delibera relativa al miglioramento delle acque "scoperte anni sono" senza indicazioni esatte

¹⁹ In questi ultimi anni il numero di residenti di Valfurva è continuamente diminuito, tanto che ora è il comune meno popoloso dell'Alta Valtellina.



Il torrente Rezzalasco in Val di Rezzalo; uno dei torrenti più spettacolari del Parco Nazionale.

dell'anno. Nel "Rethia" del 1616 Guler Von Weineck ricorda la località di Magnavacca dandone la spiegazione del nome, ma non cita per niente l'acqua, come pure non viene menzionata dallo Schenuchzen;²⁰ entrambi, invece, menzionano le acque dei Bagni di Bormio.

Notizie più sicure si hanno dalla prima metà dell'800. Nel 1808 il dott. Lambertenghi in una "Breve esposizione del numero, nome, situazione, qualità ed usi delle acque minerali che sono nel Comune di Bormio, e che ad esso appartengono" fa menzione dell'acqua acidula e di natura fredda, che per distinguerla viene chiamata propriamente con il nome di acqua forte di S. Caterina di Bormio. Nel 1816 Luigi Picci fa una "Relazione scritta per proprio diporto sulla fonte di S. Caterina Valfurva e progetto di migliorare l'acqua acidula".

Molto interessante è la monografia del Dr. Francesco De Picchi dal titolo: "Cenni storico-medici sulle acque termali di Bormio, aggiuntavi un'appendice intorno alle acque acidulo-marziali di S. Caterina Valfurva". Tale opera risale al 1835 ed è interessante la motivazione che il De Picchi fa a giustificazione dell'appendice sull'acqua di S. Caterina al trattato sulle acque, già famose, dei Bagni di Bormio. Dice il De Picchi: "E poiché non di rado occorre il caso, che tanto promiscuamente quanto in sequela ai

²⁰ Cfr. Johann-Jacob SCHEUCHZER, *Hydrographia Helvetica*, Zurigo 1717.

bagni, salutare e molto raccomandata riesce la bibita delle acque acidulo-marziali, le quali esistono qui pure a poca distanza, è mio divisamento di aggiungere, a confacevol incremento dell'opera un'appendice sulla preziosa sorgente di S. Caterina in Valfurva, ove con brevità e chiarezza mi proverò di esporre gli effetti prodotti dall'uso di quelle acque nell'animale economia, premessa una fedele dimostrazione delle loro Fisiche-chimiche qualità".

Nel 1867 viene pubblicato lo studio del dott. Casella "La fonte acidulo-marziale alcalina di Santa Caterina Valfurva sopra Bormio".

Nel 1881 il dott. Felice Dell'Acqua illustra "La fonte minerale ferruginosa di Santa Caterina Valfurva sopra Bormio". All'inizio del secolo, a cura di Giongo e C. venne pubblicata una monografia su "Cenni storici sulla antica fonte di Santa Caterina". Sono sufficienti questi cenni bibliografici per confermare l'importanza che ebbe nel passato la sorgente ferruginosa e dell'interesse medico e scientifico che aveva suscitato.

Numerosi sono anche gli studi di carattere chimico. La composizione dell'acqua venne studiata per la prima volta nel 1828 dal chimico farmacista De Magri di Sondrio; nel 1835 dal dott. Luigi Pellegrini di Milano; nel 1867 dal Prof. Angelo Pavesi; nel 1908 dal Prof. Achille Monti della Università di Pavia; nel 1950 dal Prof. Giuseppe Bragagnolo della Università di Pavia; nel 1965 dal dott. Carolina Fumagalli Pedranzini; nel 1967 dai professori Renato Pozzi della Università di Milano e Paolo Berbenni della Università di Pavia.

Dal 1964 al 1992 l'acqua è stata tenuta sotto controllo dal prof. Berbenni.

La fonte di S. Apollonia in Valcamonica

La sorgente di S. Apollonia si trova a 1.994 m s.l.m. in Valle delle Messi (valle laterale dell'alta Valcamonica). Situata a breve distanza dal torrente Oglio-Frigidolfo si trova in un'area in cui il substrato roccioso è composto da filladi quarzifere e da micascisti con intrusioni di calcari.

Si tratta di una fonte bicarbonato-ferruginosa, fredda ($T = 8^{\circ}\text{C}$), con un concentrazione di ferro, elemento caratterizzante, pari a 25,3 mg/l.

Come nel caso di S. Caterina, anche qui la presenza di una così elevata concentrazione di ferro è legata all'essere posta la sorgente in un'area torbosa. Ma qui, per fortuna, le caratteristiche dell'acqua sono rimaste invariate, almeno fino alla fine degli anni '80 del secolo scorso.

Sulla storia dell'utilizzo e degli studi delle acque di S. Apollonia si hanno molte meno informazioni rispetto a quanto disponibile per S. Caterina e,

ancor più, per Bormio. Pur utilizzata da molto tempo, attorno alla fonte non si è sviluppata una forma organizzata di turismo termale. Ponte di Legno, nel cui comune ricade S. Apollonia, deve il suo sviluppo a una storia più recente, legata direttamente agli sport invernali.

Poche sono le notizie storiche relative alla fonte, riassunte da Berbenni cui, ancora, diamo la parola.

È difficile stabilire una data certa della scoperta di quest'acqua. Poche sono le notizie storiche e molto frammentarie. Stando alla cronaca, l'uso dell'acqua di S. Apollonia quale medicamento, risale ad un'epoca remotissima e "colà già troviamo colonie di ammalati ricercandovi ristoro di forze, allegrezza e riposo dello spirito".

Si ha pure notizia che la fonte venne coperta da una frana nel 1789.

Il primo dato sicuro risale al 1857, all'epoca cioè della prima analisi chimica, effettuata da Padre Ottavio Ferrari, Direttore delle Farmacie dell'Ospedale Fatebenefratelli di Milano. È da allora che "riscontrata la potenza della sua azione e per gli effetti salutari quasi miracolosi che se ne conseguirono, la fama di quest'acqua si sparse ovunque ed insigni chimici, geologi e medici illustri fecero degli studi per solo amore della scienza e dell'umanità". Ne fanno fede le memorie di studiosi e scienziati, quali Cenedella, Ferrario, Grandoni, Stoppani, Favallini.

Nel 1893 il dott. Silvio Plevani, succeduto al Ferrari, rifece l'analisi chimica. Nel 1934 l'Istituto di Chimica dell'Università di Milano controllò la sorgente per conto del Reale Corpo delle Miniere. È questa la prima analisi che permette un confronto con quelle più recenti. Nel 1968 è stata da noi eseguita un'analisi chimico-fisica completa dell'acqua e si è dato inizio ad una ricerca sullo stato del ferro, elemento di grande importanza farmacologica.

Nel 1976 Ariati, dell'Istituto di Idrologia dell'Università di Pavia, estese la ricerca ed analizzò altre acque in prossimità della Fonte S. Apollonia.

Studi recenti

In anni recenti le lacune segnalate ancora nel 2000 dal prof. Berbenni, quali quelle sul numero esatto di sorgenti presenti nel Parco lombardo o sui regimi dei torrenti dell'area protetta sono state in parte colmate, a dimostrazione di come la traccia segnata dal professore sia stata di impulso per il proseguimento della ricerche.

Vari progetti svolti dal Politecnico di Milano (facile immaginare che proprio questo sia stato il lascito più recente del lavoro del professore), dall'Università Statale di Milano e da altri gruppi di ricerca, su incarico o col supporto del Parco nazionale e in collaborazione con altri enti, hanno permesso di acquisire conoscenze nuove sullo status del patrimonio idrico e di fornire suggerimenti per un suo utilizzo razionale.

Il progetto R.I.SO.RS.A. (Regolamentazione ed Impiego Sostenibile della RiSorsa Acqua nel versante lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio), realizzato grazie ad un cofinanziamento della Fondazione Cariplo, si era posto come obiettivo di realizzare un inventario del patrimonio idrico del Parco, ma la parte di maggior rilievo del progetto è consistita nell'analisi degli utilizzi delle acque e nell'elaborazione di indicazioni per la razionalizzazione del loro utilizzo. In termini conoscitivi si è realizzata la schedatura informatica delle sorgenti note nel Parco (poco meno di 600), l'inventario dei punti di prelievo delle acque (circa 220, 30 di derivazione superficiale, i restanti da sorgente), l'analisi della destinazione d'uso finale così come dei fabbisogni idrici.

Tramite un percorso partecipato, si è giunti a elaborare degli indirizzi per la gestione e regolazione degli usi delle acque²¹ e di Linee Guida per la razionalizzazione degli usi delle risorse idriche.²²

Lo studio delle portate dei corsi d'acqua del Parco, informazione di importanza fondamentale per la gestione del patrimonio, è stato l'oggetto di Idrostelvio, progetto condotto dal Politecnico di Milano (Dip. DIAR) e dall'Università Statale di Milano (Dip. di Scienze della Terra) per conto del Parco. Il progetto ha previsto la collocazione di una rete di idrometri (11 stazioni) per la misurazione delle portate e dei regimi dei torrenti.

Gli strumenti di misura, collegati a *data-logger* atti alla memorizzazione dei dati hanno permesso di monitorare il 32% dell'area del Parco in provincia di Sondrio, per un totale di 157km² su 494.

Nei bacini fluviali monitorati rientra il 92% dei ghiacciai di quest'area. Il Parco Nazionale dello Stelvio, grazie a questo progetto, è probabilmente una delle pochissime aree protette al mondo a possedere una rete di monitoraggio idrologico così estesa.²³

²¹ Progetto R.I.SO.RS.A.: *Regolamentazione ed Impiego Sostenibile della RiSorsa Acqua nel versante lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio*. Newsletter – seconda edizione, giugno 2008. Parco Nazionale dello Stelvio, Fondazione Cariplo. 2008.

²² G. RUGGIERI, P. ALARI P., A. ANDREOLA, *Progetto R.I.SO.RS.A.: Proposte di Linee Guida per la razionalizzazione degli usi delle risorse idriche*. Parco Nazionale dello Stelvio, Fondazione Cariplo, 2008

²³ G. DIOLAIUTI, D. BOCCHIOLA, V. MAURO, C. FRANZINI, *Il Progetto Idrostelvio*. Università

Un recente progetto, ancora in corso, che si sta interessando delle acque del Parco nazionale è Share Stelvio. Si tratta di uno dei progetti pilota del più vasto progetto Share (Stations at High Altitude for Research on the Environment) promosso dal comitato Ev-K2-CNR. Il progetto trae ispirazione da una recente risoluzione delle Nazioni Unite che riconosce nelle montagne i luoghi privilegiati per lo studio degli effetti, a scala regionale e globale, degli impatti dei cambiamenti climatici. Gli scopi sono la promozione di osservazioni scientifiche in continuo in regioni chiave d'alta quota e l'ideazione di strategie d'adattamento agli effetti del cambiamento climatico.²⁴

In tale ambito, Share-Stelvio, patrocinato e supportato dal Parco Nazionale, ideato da ricercatori dell'Università di Milano, del CNR e del Politecnico di Milano e finanziato da Regione Lombardia attraverso un accordo con la Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA), si è dedicato al patrimonio acque del Parco secondo tre unità operative: analisi della variabilità della criosfera (neve, ghiaccio e permafrost) con valutazione degli effetti sulla risorsa idrica del Parco; effetti del Cambiamento Climatico sulle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque del Parco (laghi e fiumi); studio della variabilità atmosferica e climatica recente nell'area del Parco e valutazione degli impatti su criosfera e idrosfera.

Interessanti risultati del progetto sulle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche di alcuni laghi del Parco sono stati pubblicati di recente.²⁵ Oltre alle considerazioni idrologiche connesse al cambiamento climatico, la ricerca ha preso in considerazione anche la presenza di inquinanti organici persistenti (i cosiddetti POPs, sostanze derivate dalle attività umane e quindi naturalmente assenti in natura) nei sedimenti lacustri di 25 corpi d'acqua. I POPs indagati (DDT, PCB, PBDE e IPA) sono risultati tutti presenti nei laghi dell'area protetta, anche se a bassi valori, con l'eccezione degli IPA che hanno fatto registrare valori variabili tra 70 e 5.600 ng g⁻¹ p.s. con una media di 454 ng g⁻¹ p.s. A dispetto dell'idea delle acque montane come acque incontaminate, tali risultati richiamano l'attenzione su una diversa

Statale di Milano, Politecnico di Milano, Parco Nazionale dello Stelvio, senza indicazione di data; G. CONFORTOLA, A. SONCINI, D. BOCCHIOLA, E. NANA, *Monitoraggio idrologico in aree montane: il progetto IDRO-STELVIO*, Comunicazione in occasione del corso di formazione rivolto ai docenti delle scuole lombarde, Valfurva 2013.

²⁴ Comitato Ev-K2-CNR. *Progetto integrato di monitoraggio e ricerca ambientale in aree montane di Europa, Asia, Africa e America*. Ev-K2-CNR, senza indicazione di data.

²⁵ A. BOGGERO, *Un mondo d'acqua in alta quota: le acque del Parco Nazionale dello Stelvio, un laboratorio a cielo aperto per lo studio dei cambiamenti climatici*, Associazione Comitato Ev-K2-CNR, 2013.



realtà, fatta di trasporto atmosferico a lunga distanza dei contaminanti. Considerando che già in passato erano noti casi di inquinamento da POPs delle acque del Parco,²⁶ si è di fronte a un fenomeno da seguire con attenzione.

Anche la componente biotica delle acque del Parco è stata studiata. Un'indagine di pochi anni or sono ha permesso di raccogliere utili informazioni sulla vegetazione delle aree umide naturali e sulla fauna anfibia in esse presenti.²⁷

Gli interessanti risultati di queste ultime indagini dimostrano come ci sia ancora spazio per la ricerca sulle acque del Parco, di cui Paolo Berbenni è stato l'iniziatore. La ricerca, questo si ricava dal lavoro di una vita del prof. Berbenni, è solo il primo passo verso il rispetto e la tutela di un patrimonio che è, al contempo, naturale e culturale. La sua passione e la dedizione con cui si occupò delle acque del Parco Nazionale non possono che essere di esempio a chi, sperabilmente, vorrà continuare su tale strada.

²⁶ M. VIGHI, S. VILLA, E. BIZZOTTO, *The effects of POPs on Alpine organisms and ecosystems. In: Monitoraggio dei POPs sul territorio alpino*. Belis C.A., Magnani T., (red.). Agenzia Regionale per l'Ambiente Lombardia, 2007.

²⁷ A. GENTILI, S. SCALI, O. DONELLI, M. MARCHESI, M. BARCELLA, *I rettili e gli anfibi. Le zone umide nel settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio*, 2011.