

Studio interdisciplinare di acque contaminate da batteri filamentosi ferroprecipitanti

Antonella Pallaoro, Gianfranco Bazzoli, Marco Visintainer*

Trentino Servizi – Via Fersina 23 - 38100 Trento

* referente per la corrispondenza (Fax. 0461/362236; a.pallaoro@trentinoservizi.it)

RIASSUNTO

La presente ricerca è stata svolta su un campo pozzi ad uso potabile presente in un'area sedimentaria lacustre trentina. Con un approccio multidisciplinare si è indagato sull'origine delle cause che rendono scadenti le caratteristiche dell'acqua emunta, affrontando aspetti geologici, chimici e biologici. In particolare, attraverso l'analisi microscopica è stato possibile evidenziare la presenza di batteri filamentosi ferroprecipitanti quali *Crenothrix*, *Sphaerotilus* e *Gallionella*, sviluppati grazie alla sostanza organica disponibile nella falda. Tali batteri, accumulandosi nei serbatoi e nelle reti dell'acquedotto, sono causa di biofilm e depositi, con compromissione organolettica delle acque condottate.

PAROLE CHIAVE: acquedotti / sedimenti lacustri / ferrobatteri

Abstract

Interdisciplinary studies of a ground-water contaminated by filamentous iron bacteria

A water well field located in a lacustrine sedimentary area in the Trento province was studied. An interdisciplinary investigation (geological, chemical and biological studies) was performed to deal with the poor water quality pumped. The microbiological analysis revealed the presence in the water supply system of filamentous iron bacteria (*Crenothrix*, *Sphaerotilus*, *Gallionella*), whose growth is due to the available organic matter in the aquifer. Biofouling and deposition by iron bacteria in tanks and pipes of the water system is responsible of water quality degradation.

KEY WORDS: water supply systems / lacustrine sediments / iron bacteria

INTRODUZIONE

Sulla base di accertamenti effettuati su acque potabili condottate, che segnalavano la presenza di sostanza organica e azoto ammoniacale, con valori prossimi alle soglie di concentrazione massima ammissibile dettate dal D.P.R. n. 236/88, sono state avviate indagini multidisciplinari mirate alla comprensione delle cause ed alla formulazione di soluzioni percorribili.

L'area interessata dal prelievo idrico si colloca a sud di un bacino lacustre del Trentino orientale: si tratta di due pozzi affiancati costituiti da tubazione in ferro di diametro 400 mm, con livello statico a circa 5 metri dal piano di campagna, che emungono acqua all'interno di sedimenti alluvionali.

Dalla ricostruzione della situazione

geologica, stratigrafica ed idrogeologica dell'area circostante i pozzi, questi risultano ubicati in posizione periferica rispetto al delta-conoide costruito da un corso d'acqua superficiale che si immette nel lago, in una fascia di interdigitazione tra i sedimenti fluviali e quelli lacustri. Il livello del lago costituisce il livello di base locale. (Fig. 1) Vi sono due distinti acquiferi del tipo multistrato: uno situato entro le alluvioni del torrente e da questo alimentato in subalveo, l'altro entro i depositi lacustri, in connessione idraulica con le acque lacustri e da esse alimentato. Il tratto filtrante dei pozzi intercetta livelli ghiaiosi in alternanza con terreni a granulometria fine, limoso-argillosi, in cui sono frequenti lenti ed orizzonti torbosi. La freaticimetria e l'idrogeochimica dell'area indicano che la falda acquifera collegata al lago è predominante nell'alimentazione dei pozzi, rispetto alla falda legata al conoide alluvionale.

L'analisi chimica ha evidenziato concentrazioni di ione ammonio anomale rispetto alla media dei pozzi presenti nell'area indagata. Le indagini, esclusa preliminarmente come fonte dell'inquinamento la presenza di sversamenti di acque reflue o di scarichi industriali in prossimità dei pozzi, sono giunte a stabilirne l'origine naturale. È noto, infatti, che un tenore di ammonio costante nelle acque emunte può trovare origine nella presenza degli strati torbosi ricchi di sostanze umiche: da questi si possono formare acque con valori superiori ai 50 mg/L di NH_4^+ (BIANUCCI *et al.*, 1985). Lo studio dell'idrochimica del

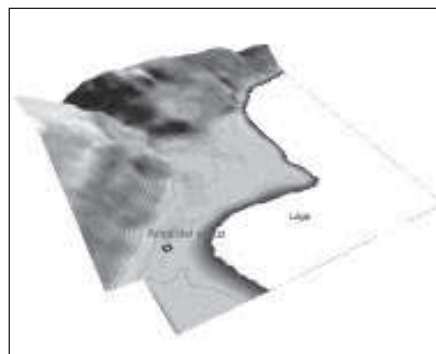


Fig. 1. Ubicazione dell'area di studio

lago (ISMAA, 1999) ha mostrato che lo ione ammonio è presente nello strato più profondo solo nel periodo di stratificazione estiva, mesi in cui si verificano condizioni di anossia (Tab. I).

Un altro inconveniente riscontrato nelle acque emunte era la presenza di materiali fioccosi. Il presente lavoro si è posto l'obiettivo di chiarirne l'origine.

MATERIALI E METODI

Dai pozzi destinati ad alimentare l'acquedotto sono stati raccolti più campioni, nelle diverse fasi operative: alimentazione, inizio pompaggio, fase di massima turbolenza e fase di esercizio con flusso regolare. A tale scopo si è fatto uso di filtri a microrete (950 μ) posizionati sulla tubazione di mandata, filtrando ogni volta circa 10 m³.

Tutti i campioni raccolti risultano caratterizzati da una rilevante presenza di sedimento organico fioccoso: subcampioni di tale sedimento sono stati osservati a

Tab. I. Valori medi di NH_4^+ nelle acque di pozzo e del lago (ISMAA, 1999).

Pozzi comunali	Altri pozzi inverno	Lago (0-40 m) estate	Lago (46 m)
0,30 mg/L	<0,02 mg/L	<0,02 mg/L	0,32 mg/L

fresco con microscopio ottico ad ingrandimenti scalari, in luce diretta ed in contrasto di fase (UNICHIM, 1995).

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'analisi ha permesso di osservare la struttura dei fiocchi fangosi, costituiti principalmente da batteri di tipo filamentoso, la cui crescita caotica permette la formazione di una trama reticolare in grado di trattenere altri batteri, sostanza organica, alghe lacustri (diatomee), funghi e frammenti inerti di tipo metallico o sabbie (HOLT *et al.*, 1994).

La differenziazione sistematica dei batteri, ottenuta sulla base della forma e delle dimensioni dei filamenti e delle cellule batteriche, ha permesso di riconoscere i principali gruppi coinvolti, ovvero *Sphaerotilus*, *Gallionella* e *Crenothrix* (Fig. 2, 3 e 4). Si tratta di batteri filamentosi ferroprecipitanti che intervengono in modo indiretto nella corrosione dei metalli e si sviluppano in acque in cui sono disponibili sia sostanza organica –nel nostro caso fornita dai livelli torbosi– sia ferro, rilasciato dalle tubazioni. Grazie al loro metabolismo, ricavano energia dall'ossidazione del metallo ridotto, depositandolo poi in forma di idrossido ferrico all'interno di secrezioni mucillaginose.

Tali batteri, trasportati con il pompaggio, si accumulano nei serbatoi e nelle tubazioni dell'acquedotto, causando la formazione di depositi, con compromissione organolettica delle acque distribuite (AULICINO, 1989).

CONCLUSIONI

La ricerca ha permesso di individuare l'origine naturale (ferrobatteri e sedimenti torbosi) dell'arricchimento in sostanza organica delle acque di una struttura acquedottistica del Trentino.

Sono state formulate proposte per



Fig. 3. *Sphaerotilus natans*



Fig. 2. *Gallionella ferruginea*



Fig. 4. *Crenothrix polyspora*

l'eliminazione dei ferrobatteri dalla rete quali, in via immediata, la loro distruzione mediante *shock clorination* (lavaggio dei pozzi e degli impianti con soluzioni di cloro a concentrazione controllata), mentre a

lungo termine è stata raccomandata la realizzazione di nuovi pozzi con tubazioni in PVC o acciaio inox, da collocarsi in aree scelte sulla base di specifiche indagini preliminari.

Bibliografia

- AULICINO F.A., 1989. Corrosione batterica nelle reti. In: *Microbiologia delle acque potabili*. Pitagora Editrice, Bologna: 109-117.
- BIANUCCI G., RIBALDONE BIANUCCI E., 1985. *La chimica delle acque sotterranee*. Hoepli Milano, 267 pp.
- CHAPPELLE F.H., 1992. *Ground-water microbiology and geochemistry*. John Wiley & Sons Inc, New York, 424 pp.
- HOLT J.G., KRIEGER N.R., SNEATH P.H.A., STALEY J.T., WILLIAMS S.T., 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams & Wilkins, Baltimore, 787 pp.
- ISMAA, 1999. *Caratteristiche limnologiche dei laghi del Trentino – Rapporto 1998*. Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, 176 pp.
- DAVOLI D., COLLINI G., DE LUCA E., 1999. Caratterizzazione dei Biofilm in una rete di distribuzione di acqua potabile della città di Reggio Emilia. In: *I biologi e l'ambiente ...oltre il duemila*, CISBA, Reggio Emilia: 485-489.
- UNICHIM, 1995. M.U. 1038. In: *Acque destinate al consumo umano Metodi microbiologici*. Unichim, Milano.