

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Workshop

**La contaminazione microbiologica degli ambienti idrici
e le fonti di contaminazione:
aspetti igienico-sanitari e metodologici**

Istituto Superiore di Sanità
Roma, 26-27 ottobre 1998

RIASSUNTI

Roma
1998

Istituto Superiore di Sanità

Workshop. La contaminazione microbiologica degli ambienti idrici e le fonti di contaminazione: aspetti igienico-sanitari e metodologici. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 26-27 ottobre 1998. Riassunti.

1998, 31 p. ISTISAN Congressi 56

Corpi idrici superficiali e sotterranei possono subire contaminazioni ad opera di liquami impropriamente smaltiti, con la conseguente diffusione di microrganismi nocivi per l'ambiente e per la salute. Le acque sotterranee, molto diffuse sul territorio italiano, sono percentualmente le più sfruttate per scopi primari come quello potabile. Se, in genere, di migliore qualità igienica rispetto a quelle superficiali, sono soggette a contaminazioni anche massicce sia a livello di acquifero che alla captazione quando non si attuano misure di protezione adeguate. La normativa italiana relativa alla qualità dei reflui di origine domestica risale agli anni '70. I dati scientifici sull'impatto ambientale e sanitario di impropri smaltimenti di liquami sono parziali. Il workshop ha lo scopo di dibattere tematiche inerenti le fonti di contaminazione, gli effetti dell'inquinamento sul territorio, la qualità microbiologica delle acque superficiali e profonde, il riuso dei reflui in agricoltura, gli approcci metodologici analitici, la qualità dei dati analitici in funzione di una corretta prassi di laboratorio.

Parole chiave: Acque sotterranee, Acque superficiali, Liquami

Istituto Superiore di Sanità

Workshop. Microbiological contamination of water environments and pollution sources: hygienic and methodological aspects. Istituto Superiore di Sanità. Rome, October 26-27, 1998. Abstracts. 1998, 31 p. ISTISAN Congressi 56 (in Italian)

Contamination of surface and ground waters by improperly discharged sewages is responsible of spreading of microorganisms harmful for environment and man. Groundwaters, widespread on the Italian territory, are very often employed for drinking water purposes. Generally, they should have higher hygienic quality than surface waters. Also groundwaters, however, are subject to severe pollution phenomena including aquifers and/or springs, if suitable protection measures are not taken. The Italian normative on waste water quality dates back to the '70ies. Scientific data on environmental and sanitary impact of unproper disposals are limited. The aim of this workshop is to debate topics on pollution sources, their effects on territory, microbiological quality of surface and ground waters, reuse of waste waters in agriculture, methodological aspects, analytical data quality according to good laboratory practice.

Key words: Ground waters, Sewages, Surface waters

Responsabili scientifici:

Francesca Anna Aulicino e Laura Volterra

Segreteria scientifico-tecnica:

Mario Carere e Valentina De Nava

Indice dei contenuti

Presentazione	1
----------------------------	---

IL PROGRAMMA ISS-MINISTERO DELL'AMBIENTE:

Indagine microbiologica su reflui di origine domestica (depurate e non) per valutazioni di efficienza di trattamento negli impianti di depurazione e valutazioni dell'influenza, su corpi idrici recettori, di contaminanti biologici tra cui i virus enterici	3
---	---

IL PROGRAMMA ISS-ACQUE DI FALDA:

Le acque di falda: nuovi indicatori di qualità e rischio sanitario	19
--	----

Presentazione

Il presente workshop tratta argomenti inerenti le fonti di contaminazione, i loro effetti sul territorio, incluse le risorse idriche profonde e superficiali tramite le quali vi può essere una diffusione idrica di contaminanti con effetti negativi per l'ambiente e la popolazione.

E' convinzione che le risorse idriche all'origine siano naturalmente protette e incontaminate, ma la estensiva e non programmata utilizzazione del territorio costituisce una minaccia anche per quelle apparentemente meno vulnerabili. Pure la libera pastorizia o un eccesso di vita selvatica vanno valutati.

Una gestione poco attenta dei liquami può causare notevoli danni ecologici e sanitari. A fronte delle maggiori richieste di beni di consumo, anche in conseguenza dei cambiamenti climatici, argomento attualmente dibattuto, la sempre minore disponibilità di risorse idriche sta evidenziando la opportunità del riutilizzo di acque reflue. Rientra in questo settore il riuso dei liquami in agricoltura o in altri campi. Va, però, considerato il possibile rischio per la popolazione potenzialmente esposta.

Il presupposto che un'acqua di falda sia generalmente di buona qualità giustifica lo scarso interesse sanitario posto nei controlli periodici di queste risorse idriche. La sorveglianza che, ai sensi di legge, viene eseguita in rete è solo un controllo indiretto della qualità delle acque sotterranee, perchè avviene su campioni influenzati da trattamenti e contatto con materiali, nonché dalle possibili contaminazioni secondarie. D'altra parte l'assenza di contaminazione fecale alla origine non esclude un possibile successivo scadimento dell'acqua condotta imputabile alla presenza di forme autoctone colonizzanti le reti di distribuzione e che possono innescare processi di deterioramento subdoli perchè procrastinati nel tempo. Inoltre lo sfruttamento delle acque di falda non tiene sempre conto delle variazioni quantitative che, invece, possono incidere sulla qualità dell'acqua emunta.

Il controllo della qualità e della quantità dei liquami prodotti e l'accertamento della efficienza degli impianti di depurazione sono determinanti per proteggere il territorio dal degrado ambientale e sanitario, ma anche per valutare i possibili trattamenti in funzione dei riusi di questa materia prima-seconda. Il controllo della qualità ambientale promosso attraverso la politica dei "monitoraggi" non può prescindere dalla applicazione di sistemi di buona pratica di laboratorio, *conditio sine qua non* per formare banche dati e per stabilire corrette basi comparative.

L'ambiente visto in modo integrato può essere più salvaguardato e così anche la popolazione in relazione alla prevenzione di malattie. Questa raccolta riguarda argomenti che vanno dagli aspetti qualitativi e analitici dei liquami e delle acque di falda agli aspetti gestionali, includendo, oltre alla microbiologia, temi di biologia, chimica, geologia, modellistica e ricerca bibliografica, nella consapevolezza che lo studio e la gestione del territorio necessitano di una visione globale. Il dibattito e la presentazione di tematiche territoriali possono indicare la direzione verso cui far convergere attività di ricerca.

Responsabili Scientifici del Workshop
Francesca Anna Aulicino e Laura Volterra

IL PROGRAMMA ISS-MINISTERO DELL'AMBIENTE

Indagine microbiologica su reflui di origine domestica (depurate e non) per valutazioni di efficienza di trattamento negli impianti di depurazione e valutazioni dell'influenza, su corpi idrici recettori, di contaminanti biologici tra cui i virus enterici

I liquami: la contaminazione microbiologica dell'ambiente in relazione allo smaltimento nelle acque e nel suolo

Francesca Anna Aulicino

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Liquami di origine domestica, che costituiscono una matrice particolare caratterizzata da una grande varietà ed elevati numeri di agenti infettivi molti dei quali in grado di determinare malattie a carico della popolazione umana, sono generalmente scaricati dopo trattamenti o, in molti casi, senza aver subito alcun tipo di trattamento, in corpi idrici superficiali destinati a diversi usi, da quello ricreazionale a quello per approvvigionamento potabile.

Una alternativa di smaltimento dei liquami è rappresentata dal riutilizzo di questa matrice su terreni destinati ad uso agricolo, secondo criteri e modalità mirati alla prevenzione di pericoli potenziali per la salute e per l'ambiente e conseguenti ad una diffusione incontrollata di elementi di rischio.

Il riuso agricolo è auspicabile oltre che in relazione ad una politica di recupero delle risorse anche per la salvaguardia dei corpi idrici riceventi.

Gli organismi di interesse sanitario presenti nei liquami appartengono a diversi gruppi: batteri, virus enterici, elminti e protozoi. Mentre batteri e virus enterici acquistano particolare rilevanza in relazione all'inquinamento delle acque superficiali, considerati i dettati di legge per specifici usi (balneazione, destinazione alla potabilizzazione), gli elminti ed i protozoi sembrano costituire le forme di maggiore rischio sanitario per l'inquinamento del suolo e dei prodotti vegetali. Questo rischio dipende da vari fattori come l'efficienza di rimozione o di inattivazione nelle acque trattate, la sopravvivenza nel suolo o sulle piante, il grado di infettività del patogeno. Tali indicazioni, che emergono dalla letteratura scientifica sull'argomento, debbono essere confermate per ogni realtà territoriale, che è influenzata dalla circolazione del patogeno al suo proprio interno.

L'applicazione dei liquami ai suoli rimuove differenzialmente i patogeni microbici e i parassiti, arricchisce di sostanza organica, di solidi sospesi e di nutrienti il suolo, ma potenzialmente potrebbe avere effetti negativi per l'accumulo di metalli pesanti (soprattutto in terreni alcalini).

Il riuso dei liquami in agricoltura pone, in ogni caso, altri problemi, come la possibilità di contaminazione di acque di falda, il potenziale accumulo di metalli nel suolo e l'ingresso degli stessi nella catena alimentare.

I virus enterici nei liquami

Anna Maria Patti

Istituto di Igiene "G.Sanarelli", Università degli Studi "La Sapienza", Roma

I liquami trasportano una grande quantità di microrganismi eliminati con le feci dall'uomo e dagli animali. Tra questi i virus enterici, agenti etiologici di diverse malattie, alcune delle quali di particolare gravità. La contaminazione virale delle acque reflue, non certo un fenomeno nuovo, ha acquistato negli ultimi anni una notevole importanza per una serie di motivi: 1) la crescente urbanizzazione ha portato all'aumento del volume dei liquami e di conseguenza alla necessità di smaltirli nelle acque superficiali, corsi d'acqua e mare, o per spandimento nei suoli; 2) le acque superficiali vengono sempre di più utilizzate a scopo potabile oltre che a scopo irriguo; 3) anche laddove esiste, la depurazione non abbatte la contaminazione virale, se non in parte. Si evince l'esistenza di un rischio per la salute umana in quanto attraverso il circuito oro-fecale i virus raggiungono l'uomo utilizzando come veicoli l'acqua, i vegetali ed i mitili. L'analisi dei dati epidemiologici dell'epatite A fornisce un esempio delle problematiche sanitarie ed ambientali legate alla presenza di virus enterici nei liquami. Nel 1996 sono stati notificati in Italia 8651 casi di malattia acuta, dei quali 5109 in Puglia e 1252 in Campania. Il 62% dei casi riportava il consumo di frutti di mare. I molluschi bivalvi, consumati crudi o dopo un'esposizione al calore per pochi minuti, tale da consentire solo l'apertura delle valve, rappresentano il maggiore fattore di rischio per la trasmissione del virus dell'Epatite A (HAV). Oltre la zona dove vengono allevati, nella contaminazione dei mitili gioca un ruolo importante l'abitudine di venderli tenendoli immersi in acqua di mare per mostrarli vivi; l'acqua delle vasche viene prelevata dalla zona costiera dove frequente è la contaminazione dovuta agli scarichi urbani. In Puglia l'incidenza più elevata si è riscontrata a Bari e nella zona costiera. Anche le verdure, irrigate con acque in cui vengono sversati liquami, consumate crude costituiscono un veicolo per i virus. La circolazione di HAV è più ampia di quanto possa sembrare guardando alle notifiche. Nella maggior parte dei soggetti, soprattutto in età pediatrica, l'infezione decorre in modo asintomatico; l'evoluzione delle condizioni igieniche, tuttavia, tende a spostare l'età di prima infezione e sempre più spesso, nelle regioni settentrionali soprattutto, il trend è simile in tutta Italia, i giovani adulti non hanno protezione immunitaria. Nell'età adulta la forma clinica è frequente ed aumenta il rischio dell'epatite fulminante. Nell'ambito della popolazione generale si delinea l'esistenza di gruppi a rischio per esposizione lavorativa. Tra questi gli addetti ai sistemi di depurazione dei liquami anche a causa dell'elevata resistenza del virus dell'epatite A. Diversi studi sottolineano una maggiore prevalenza di anticorpi in questa categoria correlata in modo statisticamente significativa con la durata dell'esposizione professionale. Lo stesso rischio potrebbe sussistere per gli agricoltori che utilizzano le acque superficiali a scopo irriguo.

I protozoi patogeni nei liquami: significato e tecniche di rilevamento

Patrizia Rossi, Edoardo Pozio

Laboratorio di Parassitologia, Istituto Superiore di Sanità, Roma

I metodi attualmente disponibili per il rilevamento dei protozoi patogeni (in particolare oocisti di *Cryptosporidium parvum* e cisti di *Giardia intestinalis*) nelle acque destinate al consumo umano e nei liquami, presentano notevoli difficoltà e limitazioni connesse alla loro complessità e spesso alla mancanza di tecniche di identificazione specie o ceppo-specifiche. Le procedure fino ad oggi standardizzate constano di 6 fasi: campionamento, concentrazione del campione, separazione delle (oo)cisti da detriti contaminanti, identificazione dei protozoi, saggio di vitalità e valutazione dell'infettività. Bisogna tenere presente che seppur molto importanti ai fini epidemiologici, la maggior parte dei protocolli prevede solo le prime fasi fino al riconoscimento di questi patogeni. In considerazione delle bassissime concentrazioni delle forme di resistenza di questi patogeni nelle acque, è necessario esaminare elevati volumi (100-1000 litri) per validare il controllo. Il campionamento viene effettuato utilizzando filtri a cartuccia o a membrana, di porosità nominale non superiore ad 1,2 μm , in grado di trattenere i protozoi. Il materiale così ottenuto viene eluito utilizzando soluzioni detergenti, poi concentrato per centrifugazione e gradienti di saccarosio e/o Percoll, che consentono di separare le (oo)cisti dalla maggior parte dei detriti presenti nel campione. Segue la fase di identificazione in microscopia a fluorescenza, mediante anticorpi monoclonali specifici (IFA). La maggiore limitazione delle metodiche sopra descritte risiede nella difficoltà di standardizzazione dovuta principalmente alle diverse caratteristiche delle acque ed all'età delle (oo)cisti presenti nel campione, alla presenza di organismi autofluorescenti che interferiscono con la lettura dei preparati in IFA, nonché alla reattività crociata di altre specie di *Giardia* e *Cryptosporidium* che parassitano gli animali e che non hanno importanza nell'epidemiologia della giardiasi e della criptosporidiosi umana. A causa del limitatissimo numero di (oo)cisti che vengono raccolte dopo filtrazione e concentrazione, solo l'amplificazione genica mediante PCR (sono state selezionate numerose coppie di primer) può talvolta permettere di distinguere i potenziali patogeni umani dai parassiti di importanza solo in medicina veterinaria. La vitalità delle (oo)cisti viene saggiata mediante l'uso di due coloranti (ioduro di propidio e 4'6-diamidino-2-fenil indolo). Bisogna comunque tenere presente che la vitalità non sempre corrisponde all'infettività per cui è necessario ricorrere a infezioni sperimentali in topi BALB/c neonati per valutare l'infettività delle oocisti di *C. parvum* e a colture in vitro per le cisti di *G. intestinalis*. Parallelamente all'identificazione dei due patogeni sopra riportati, i sedimenti possono essere anche utilizzati per la ricerca di: 1) oocisti di *Cyclospora cayentanensis* mediante colorazioni acido resistenti e/o epifluorescenza; 2) oocisti di *Isospora belli* mediante colorazioni acido resistenti; e 3) spore di microsporidi mediante colorazione tricromica.

Gli impianti di depurazione di liquami e sicurezza dei lavoratori

Antonio Colombi *, Stefano Basilico **

* *Dipartimento di Medicina del Lavoro, Clinica del Lavoro "L.Devoto" Università degli Studi, Milano*

** *Centro di Medicina Occupazionale e di Comunità (CEMOC), Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro, Azienda Ospedaliera ICP, Milano*

L'aumento dei volumi di acque reflue prodotte nelle aree urbane e la necessità sempre più stringente di trattamenti di depurazione prima della reimmissione di queste acque in corsi d'acqua naturali, ha determinato negli ultimi decenni la costruzione sul territorio italiano di numerosi impianti di depurazione di reflui urbani, mentre per un numero altrettanto significativo si prevede la realizzazione al fine di rispondere alle reali esigenze di trattamento e smaltimento dei reflui urbani.

Da un'analisi del ciclo tecnologico negli impianti di depurazione di acque reflue urbane con processo a fanghi attivi, si devono considerare rischi di natura chimica e biologica; ma mentre i primi, fatto salvo eventi rari quali episodi accidentali di contaminazione massiva delle acque con sostanze chimiche tossiche, devono di norma essere limitati alla possibile formazione di idrogeno solforato per fermentazione, i rischi potenziali di natura biologica rappresentano una peculiarità costante delle acque reflue.

Tali rischi sono da porre in relazione alla potenziale presenza in esse di una popolazione di microrganismi variamente rappresentati (batteri, virus, protozoi ed elminti) con caratteristiche infettive, allergogene e tossinogeniche rilevanti. Se gli studi condotti in passato in questo settore, in particolare negli addetti alla manutenzione delle reti fognarie urbane, hanno considerato in prevalenza un'esposizione per contatto cutaneo o per ingestione più recentemente ha suscitato interesse la diffusione nell'atmosfera degli impianti dei microrganismi presenti nelle acque reflue attraverso la formazione di aerosol.

In conclusione, i risultati dello studio da noi condotto suggeriscono che negli impianti di depurazione biologica dei liquami urbani - nelle ordinarie condizioni di lavoro e igienicità delle acque trattate - l'entità dell'esposizione degli operatori ai microrganismi di origine enterica presenti nei liquami sembra configurare un potenziale rischio per la salute di ordine verosimilmente molto limitato. I rilievi ambientali eseguiti nella presente indagine, pur evidenziando infatti l'effettiva diffusione di microrganismi di origine enterica attraverso la formazione di aerosol in vari punti degli impianti, fanno ritenere che il fenomeno possa assumere modesta rilevanza nei confronti della salute degli addetti, considerati i compiti lavorativi svolti che comportano un'esposizione saltuaria o comunque discontinua. Va infine sottolineato che gli impianti di depurazione oggetto della presente indagine presentavano delle buone condizioni di igiene del lavoro; lo studio è stato inoltre condotto in aree e periodi in cui erano assenti forme epidemiche rilevanti nel bacino di utenza, e a tali condizioni devono essere riferite le nostre conclusioni.

I batteri patogeni e gli indici di fecalizzazione nei liquami di origine domestica

Rosalaura Oliveri

Dipartimento di Igiene e Microbiologia "G. D'Alessandro", Università degli Studi, Palermo

Un idoneo smaltimento dei liquami, oltre ad avere come obiettivo la salvaguardia dell'ambiente, rappresenta uno degli interventi fondamentali di prevenzione primaria delle malattie, sia infettive che non infettive, e pertanto costituisce uno dei principali problemi di sanità pubblica per la salute dei cittadini.

I liquami domestici veri e propri costituiti esclusivamente da rifiuti organici umani sono oggi piuttosto rari, almeno nei paesi industrializzati, per la presenza nei centri abitati di varie utenze di tipo industriale, per cui è più opportuno parlare di liquami misti.

La carica microbica totale di questi liquami è pur tuttavia sempre molto elevata, rappresentata soprattutto da microrganismi saprofiti, ma anche da agenti patogeni.

Tra i primi quelli più numerosi sono i batteri intestinali con funzioni digestive.

L'uomo elimina in media, per grammo di feci, 10^7 u.f.c. di coliformi fecali e 10^5 u.f.c. di streptococchi fecali, i quali, proprio per la loro elevata concentrazione nell'intestino umano ed animale, sono considerati indicatori di inquinamento di origine fecale; nei liquami domestici grezzi essi sono presenti in concentrazione variabile, compresa rispettivamente tra $10^6 - 10^8/100$ ml e $10^5 - 10^7/100$ ml.

I principali agenti patogeni sono microrganismi e parassiti a prevalente eliminazione fecale, la cui presenza e concentrazione nelle acque reflue dipendono dalla situazione epidemiologica locale; tra i batteri possiamo ricordare *Salmonella*, *Shigella*, ceppi enteropatogeni di *Escherichia Coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Leptospira*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio* spp. Alcuni di essi sono rappresentati da un numero più o meno elevato di tipi, così nell'ambito del genere *Salmonella* sono stati riconosciuti, sino ad oggi, oltre 2400 sierotipi diversi.

Una volta presenti nell'ambiente esterno, i batteri patogeni sono soggetti all'influenza di vari fattori (di tipo fisico, chimico e biologico) che portano alla loro riduzione e scomparsa. La loro sopravvivenza è tanto più prolungata quanto più bassa è la temperatura ambientale.

La depurazione delle acque reflue, realizzata tramite impianti, riproduce in spazi circoscritti, ciò che si verifica con la depurazione naturale; la percentuale di rimozione batterica varia in funzione del tipo di microrganismo e della fase del processo considerato.

Già durante la sedimentazione primaria la carica microbica totale del liquame subisce una riduzione consistente; l'abbattimento di coliformi e batteri patogeni è stato stimato in questo stadio, intorno al 30-50%. Più elevata risulta la riduzione dei batteri durante la fase di trattamento secondario a fanghi attivi (90-99%), e particolarmente efficace il trattamento di disinfezione.

Tecniche analitiche per il rilevamento di virus enterici nei liquami e nei fanghi di impianti di depurazione

Mario Carere, Patrizia Orsini, Francesca Anna Aulicino

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il rilevamento di virus enterici in campioni come fanghi e liquami di impianti di depurazione deve essere effettuato con procedure particolari poiché questi campioni sono costituiti da una componente liquida e una solida.

Per quanto riguarda i fanghi, essendo questa matrice molto ricca di materiale solido, è indispensabile applicare metodi che prevedono trattamenti di eluizione delle particelle virali enteriche. Possono essere utilizzate soluzioni eluenti a diversa composizione ed a pH 7 o 9. Il fango si pone in contatto con la soluzione eluente e si lascia in agitazione per 30'. Le particelle virali enteriche presenti vengono deadsorbite dalla parte solida e portate in sospensione. Una successiva centrifugazione per 30' a 3500 rpm permette la separazione della componente solida dall'eluato sovrantante. L'eluato deve essere sottoposto a processi di decontaminazione a causa dell'elevata concentrazione di flora batterica e protozoaria presente. Tali processi sono realizzati attraverso trattamenti con cloroformio e con antibiotici. L'eluato così decontaminato è inoculato su monostrati di colture cellulari (BGM - Buffalo Green Monkey) al fine di evidenziare la presenza di virus enterici attraverso la comparsa di effetti citopatici.

Le metodologie di analisi per il rilevamento di virus nei liquami prevedono per questa matrice, costituita prevalentemente da una componente acquosa, tecniche di concentrazione basate sulla filtrazione ortogonale attraverso membrane cariche e successiva eluizione dalle stesse. Si possono utilizzare membrane cariche positivamente oppure filtri carichi negativamente che, però, prevedono un pretrattamento dei campioni prima della filtrazione, al fine di permettere l'adsorbimento delle particelle virali enteriche. Dopo la filtrazione si procede alla eluizione con idonee soluzioni e l'eluato così prodotto è sottoposto a trattamenti di decontaminazione con cloroformio e successivo trattamento con antibiotici, quindi inoculato su tappeti cellulari per l'evidenziazione della presenza di virus enterici

Possono anche essere applicate tecniche di saggio diretto, eliminando preventivamente dai campioni di liquame la componente batterica e protozoaria con trattamenti di decontaminazione. Comunque occorre considerare che campioni così trattati possono dar luogo a fenomeni di tossicità sulle colture cellulari.

Il telerilevamento e le sue applicazioni sul territorio

Giorgio Catena

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il Telerilevamento - misurare a distanza - è una tecnica ormai largamente utilizzata (EPA, CEE) per la conoscenza del territorio e la localizzazione e caratterizzazione di tutte le entità che contribuiscono al suo inquinamento. L'impiego delle Tecniche di Telerilevamento, in particolare della fotografia aerea e della termografia - sia da aereo che da satellite, permette di avere un quadro sinottico aggiornato della situazione esistente che risulta utile, ad esempio, per valutare globalmente le sorgenti di inquinanti presenti nel territorio e può costituire un valido supporto per la predisposizione, a terra, di analisi mirate che consentano la determinazione accurata dello stato dell'ambiente.

Le varie regioni italiane dispongono ormai di coperture aerofotografiche, alcune rinnovate con cadenza regolare, facilmente accessibili e questo fatto costituisce una valida base di partenza per la conoscenza del territorio da implementare, se del caso, con voli limitati sulle zone di interesse per aggiornarne la documentazione. Esistono inoltre, per l'esecuzione di eventuali confronti, la copertura di tutto il territorio italiano del 1954-55 (volo base o volo GAE) e quella del 1988-89 (volo alto o volo Italia).

Con le tecniche di telerilevamento è possibile lo studio dei bacini dei corpi idrici per la individuazione delle entità che possono produrre inquinamento - centri abitati, discariche di rifiuti, singole industrie e aree industriali, impianti zootecnici, cave e miniere, ecc. - e la messa in luce della correlazione tra queste, i corpi idrici, il territorio circostante e l'eventuale presenza di inquinamento. L'impiego dello scanner termico consente di individuare gli scarichi idrici e di evidenziarne i pennacchi al fine di valutarne l'influenza sulle rive e sulle infrastrutture presenti.

Il telerilevamento consente anche la valutazione dell'uso del suolo e della urbanizzazione ai fini di una migliore gestione delle risorse; lo studio dei percorsi di grande traffico veicolare urbano al fine di ridurre l'inquinamento atmosferico e migliorare la qualità della vita; la individuazione e la caratterizzazione delle discariche di rifiuti urbani ed industriali.

Il servizio idrico integrato: stato dell'arte e prospettive

Marcelo Enrique Conti

Dipartimento di Controllo e Gestione delle Merci e del loro Impatto, Università degli Studi "La Sapienza", Roma

Il sistema idrico italiano versa in una grave situazione di deterioramento sia a causa dell'invecchiamento di reti ed impianti che a causa di una scarsa efficienza gestionale. Se in tutta Italia soltanto un terzo degli acquedotti esistenti è dotato di impianti di potabilizzazione, le carenze di approvvigionamento interessano in particolar modo il Mezzogiorno dove più del 70% della popolazione ha gravi disagi. Nei 150.000 km di rete acquedottistica le perdite di acqua addotta sono nell'ordine del 27% con punte superiori al 40% per il grado di invecchiamento delle tubazioni. Gli acquedotti che garantiscono la fornitura idrica sono spesso di piccole dimensioni, e soltanto in minima parte gestiti tramite concessione a società private.

Su un totale di 111,2 milioni di abitanti equivalenti, il 23% non è allacciato a reti fognarie. Su 9.800 impianti di depurazione esistenti, il 13% non risulta funzionante.

Nel quadro di estrema frammentazione gestionale del settore acque, nel quale vi è una larga prevalenza di enti pubblici locali, si inserisce la legge 36/94 che si pone come obiettivo la riorganizzazione del sistema idrico completando la riforma stabilita dalla L. 183/89 sulla difesa del suolo. La L. 36/94 (Legge Galli) prevede l'unificazione della gestione delle diverse fasi che compongono l'intero ciclo dell'acqua attraverso la delimitazione di Ambiti Territoriali Ottimali allo scopo di ridurre gli enti di gestione e le inefficienze praticate dai Comuni, nel rispetto di vincoli geografici ed idrografici. Lo scopo della normativa è quello di trasformare il servizio idrico in attività a carattere industriale dove costo e qualità assumono rilevanza strategica e la gestione deve perseguire obiettivi di efficienza, efficacia ed economicità. La principale innovazione riguarda un nuovo sistema tariffario che deve coprire tutti i costi di gestione. Il sistema tariffario è basato su una tariffa unica per ambito territoriale ottimale che compensa la distribuzione, fognatura, depurazione e investimenti. Il superamento delle gestioni dirette da parte dei comuni dovrebbe consentire la realizzazione della gestione del servizio nella forma pubblica, attraverso l'azienda speciale o mediante la costituzione di società miste oppure la concessione a privati. La modificazione dei criteri di determinazione delle tariffe è da valutare positivamente nel suo complesso perchè tende a superare l'estrema frammentazione delle stesse e a stabilirne una per ogni A.T.O.

Nonostante l'attuazione della legge Galli sia risultata lunga nel tempo, in quest'ultimo anno sono state approvate le normative di quasi tutte le Regioni italiane, con l'eccezione dell'Emilia Romagna, Lombardia, Molise, Puglia, Sicilia e Valle D'Aosta. Le Regioni Toscana, Campania e Calabria sono tra le più attive dal punto di vista amministrativo. Sono previste per la fine del 1998 le gare per l'affidamento della gestione del servizio idrico integrato negli A.T.O della Toscana. La gestione sarà affidata ad una società mista a prevalente capitale pubblico locale.

Persistenza di virus enterici in alimenti vegetali

Luciana Croci, Concetta Scalfaro, Alfonsina Fiore e Laura Toti
Laboratorio di Alimenti, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Tutti i vegetali, nel loro stato naturale, sono suscettibili di contaminazione da parte di vari microrganismi, tra cui diversi patogeni. Tale contaminazione può avvenire all'origine, quando vengono impiegate acque inquinate o reflue per l'irrigazione dei campi coltivati, o durante le fasi di preparazione e distribuzione di alimenti, quando non vengono osservate determinate misure igieniche. Per tali ragioni molto spesso i vegetali sono stati coinvolti in epidemie gastroenteriche di origine batterica o virale, tra cui diversi episodi di epatite A. Tra gli alimenti di origine vegetale particolarmente pericolosi risultano essere quelli che presentano un periodo di crescita relativamente breve e vengono normalmente consumati crudi.

Studi sono stati da noi condotti allo scopo di valutare la capacità di adsorbimento e la persistenza di virus, quali Poliovirus e HAV su diversi alimenti vegetali. È stato evidenziato che l'insalata irrigata con acqua contaminata è in grado di adsorbire sulla propria superficie una rilevante quantità di virus (Poliovirus $1,8 \times 10^4$ TCID₅₀/ml) che si mantiene a livelli elevati per diversi giorni a 4°C e non viene abbattuta dal lavaggio domestico. Altre prove condotte contaminando sperimentalmente con HAV campioni di insalata, carote e finocchi hanno dimostrato che tali alimenti presentano una diversa capacità di adsorbimento del virus. Inoltre la quantità di virus adsorbito su finocchi e carote mostrava un più rapido decadimento, infatti dopo alcuni giorni non era più determinabile, mentre nell'insalata dopo 9 giorni era ancora rilevabile una quantità di HAV pari a $6,2 \times 10^2$ TCID₅₀/ml. Anche in queste prove il lavaggio non determinava abbattimenti significativi della quantità di virus presente. Le prove effettuate confermano la pericolosità di tali prodotti e l'importanza di una efficace campagna informativa rivolta sia ai produttori che ai consumatori, affinché adottino corrette misure igieniche nelle fasi di produzione e preparazione di tali alimenti. Inoltre risulta sempre più pressante la necessità di disporre di metodi sufficientemente rapidi e sensibili che consentano un controllo routinario di tali prodotti che contribuisca a garantirne la salubrità.

Orientamenti per stabilire i criteri di campionamento dei bioaerosol

Achille Marconi

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Le particelle aerodisperse di origine biologica (bioaerosols) per definizione includono microorganismi completi, frammenti, tossine e prodotti particellari di scarto originati da tutte le varietà di entità vitali. Virus, batteri, funghi e protozoi sono microorganismi che possono essere coltureabili o no oppure morti. Come avviene per tutti gli agenti nocivi, anche nel caso degli agenti biologici, la valutazione del rischio prevista dal DLgs 626/94, dovrebbe comprendere la determinazione dell'esposizione dei lavoratori e della qualità microbiologica dell'aria negli ambienti lavorativi. Attualmente non esistono protocolli standard per eseguire il campionamento e l'analisi, nè sono stati stabiliti valori limite di esposizione lavorativa o ambientale per i vari tipi di contaminanti di origine biologica. Commercialmente sono disponibili diversi tipi di strumenti campionatori, che, operando sulla base di diversi meccanismi di raccolta, possono essere suddivisi in tre grandi classi: impattori inerziali su agar, impattori su liquidi, e sistemi di filtrazione su membrane. La scelta del metodo di campionamento ed analisi di bioaerosol dipende, sia dal materiale d'interesse e dalle informazioni necessarie su di esso, sia dalla sua prevedibile concentrazione aerea e dal diametro aerodinamico delle particelle che lo compongono. Le condizioni ambientali, quali la velocità dell'aria, la temperatura e l'umidità possono influenzare la scelta del metodo di campionamento più adeguato. Occorre considerare che i tipi e le concentrazioni di bioaerosols negli ambienti di lavoro e di vita sono estremamente variabili e che nessun specifico metodo di campionamento o procedura analitica risulta adeguata per tutte le applicazioni. Per la valutazione delle prestazioni dei campionatori di bioaerosols occorre caratterizzare, mediante dei test appropriati, una serie di parametri comprendenti l'efficienza di raccolta in funzione delle dimensioni aerodinamiche delle particelle, l'efficienza di conservazione della vitalità (o coltureabilità) dei microorganismi (bioefficienza), l'influenza del posizionamento del campionatore (di area o personale), la dipendenza dalla velocità e dalla turbolenza dell'aria circostante, dalla portata e dal tempo di campionamento. Gli studi riguardanti l'esposizione lavorativa e la qualità dell'aria interna (indoor) richiedono metodi di campionamento tali da consentire la determinazione delle concentrazioni aeree tipiche o di fondo e delle escursioni rispetto a questi livelli. Altrettanto necessari sono dei campionatori che consentano la determinazione della distribuzione dimensionale dei bioaerosols al fine di identificare quale frazione dimensionale di un determinato agente biologico sia maggiormente associata con uno specifico effetto sanitario. L'adozione di protocolli standard per il campionamento e l'analisi dei bioaerosols costituisce un obiettivo di grande utilità che fornirà la base uniforme necessaria alla confrontabilità dei risultati provenienti dai vari tipi di ambienti.

Ricerca dei colifagi nei fanghi, nelle acque e negli aerosol in impianti di depurazione

Livio Marossi

Laboratorio di Microbiologia I.M.B. sas, Treviolo (BG)

La ricerca dei colifagi è stata ed è tuttora il parametro per eccellenza per monitorare la possibile contaminazione da virus enterici.

E' stato utilizzato come ceppo fago sensibile l'*E. Coli 8113* e per la conta è stata utilizzata la tecnica dell'inglobamento in agar e conta delle placche di lisi.

Per la ricerca dei colifagi negli aerosol è stata utilizzato un campionatore d'aria SAS.

Le determinazioni sono state effettuate nei depuratori di Bergamo, del lago di Iseo depuratore di Lovere (BG) e del lago Alpiano (CO).

Al depuratore di Bergamo sono state effettuate le seguenti determinazioni: acque di ingresso e di uscita per un totale di sei campionature, fango vasca di ossidazione e stabilizzazione un solo rilevamento e dieci rilevamenti di aerosol in vari punti del depuratore.

I dati ottenuti sono i seguenti:

Colifagi nell'acqua di ingresso: media 624 U.F.P./ml, ds 257, val. max 960, val min. 364.

Colifagi nell'acqua di uscita: media 45,3 U.F.P./ml, ds 56,2, val. max 160, val. min. 19

Colifagi nel fango vasca ossidazione: 4.400 U.F.P./g. Colifagi nel fango vasca stabilizzazione: 250.000 U.F.P./g. Colifagi negli aerosol: media 28,7 U.F.P./m³, ds 47,9, val. max 115, val min. 0.

Depuratore di Lovere lago di Iseo:

Acque in uscita da depuratore: 4.000.000 U.F.P./10 litri; acque settore B del lago: 5.500 U.F.P./10 litri; acque settore C del lago: 1.750 U.F.P./10 litri

Depuratore lago Alpiano:

Uscita dal depuratore: 250 U.F.P./10 litri; acque settore B del lago 25 U.F.P./10 litri; acque settore C del lago 250 U.F.P./10 litri

Conclusioni:

Data la semplicità del metodo, la rapidità della risposta analitica e i risultati ottenuti si può senz'altro proporre la ricerca dei colifagi come un metodo di supporto per indicare un sospetto di contaminazione da enterovirus.

La definizione idrogeologica e la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi della provincia novarese al fine di una migliore attuazione di un programma di controllo di qualità delle acque erogate al consumo umano.

Lucio Palin*, Sabrina Manazza **, Massimiliano Panella*

* *Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi, Novara*

** *Facoltà di Scienze Ambientali, Università degli Studi, Milano*

Il Dipartimento di Scienze Mediche della Facoltà di Medicina e Chirurgia di Novara in collaborazione con il Dipartimento di Scienze del territorio della Facoltà di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Milano, ha provveduto a realizzare un'analisi idrogeologica ed idrochimica della pianura novarese stabilendone la relativa vulnerabilità intrinseca all'inquinamento. Il lavoro ha previsto la raccolta nei diversi Enti del territorio di Novara di dati di carattere idrochimico, idrogeologico (livelli piezometrici, precipitazioni, pozzi pubblici e privati con le relative caratteristiche strutturali) ed elementi antropici maggiormente significativi (aree urbane, vie di comunicazione, rete di canalizzazione). I dati sono stati poi correlati ed integrati tra loro nei diversi archivi relativi ai pozzi pubblici: il censimento della regione Piemonte del 1995, quello al Piano regionale di Qualità delle Acque della Provincia di Novara del 1998 e le analisi chimiche e microbiologiche eseguite dalle diverse USSL locali. Per la caratterizzazione idrochimica degli acquiferi, si sono acquisiti tutti i risultati analitici dei vari parametri di tipo fisico, chimico e microbiologico eseguiti dalle USSL locali dal 1990 al 1996 delle acque di 170 pozzi pubblici: 34 pozzi captanti nella falda libera, 66 in quella di confine e 52 in entrambe le tipologie dell'acquifero, ad esclusione di 18 pozzi per l'assenza di informazioni relative alle quote dei filtri. Tra gli inquinanti di origine naturale molti pozzi dell'acquifero profondo multistrato ubicati nella porzione meridionale della pianura, presentano concentrazioni di ferro e manganese superiori alle CMA del DPR 236/88 e nei 122 pozzi complessivi il 37% fornisce una qualità idrica ottima contro il 18% scadente per la presenza di sostanze indesiderabili come ammoniaca, ferro e manganese tali da richiedere preventivi interventi correttivi mentre nei restanti 45% la qualità è ritenuta potabile pur con alcune limitazioni per altri usi. La valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi dall'inquinamento eseguita con l'osservazione della soggiacenza della percentuale di argilla della zona non satura e della protettività operata dal suolo verso la falda, ha differenziato gli acquiferi della pianura in molto vulnerabili, le zone più a sud-ovest, e le aree confinanti l'asta fluviale del Ticino, mediamente vulnerabili le zone più ad est, in vicinanza del terrazzo fluviale del Ticino e dell'altipiano di Novara-Vespolate a differenza delle zone terrazzate a nord meno vulnerabili. Da tali risultati si sono realizzate pertanto una serie di "fotografie del territorio attuali" sui rischi di inquinamento e sul degrado delle risorse idriche sotterranee disponibili al fine di impostare nuovi e mirati approcci di controllo e tutela per conservare e, ove possibile, per recuperare la risorsa idrica da sempre ritenuta una fonte primaria ed essenziale per tutta la collettività.

La normativa relativa alle acque irrigue

Caterina Sollazzo

Ministero dell'Ambiente, Roma

Il degrado qualitativo delle acque rappresenta oltre che un problema ambientale anche un fattore limitante alla loro utilizzazione con gravi conseguenze sia igienico-sanitarie che economiche. Al fine di evitare tali effetti negativi, tra le problematiche da esaminare, quella del riutilizzo di acque reflue in agricoltura è senz'altro una delle più urgenti.

Oggi la pratica dello smaltimento degli scarichi liquidi sul suolo adibito ad uso agricolo è normata dalla delibera del C.I.T.A.I. del 4 febbraio 1977, ma essa risulta non esaustiva oltre che necessaria di modifiche ed integrazioni attraverso una ridefinizione degli standard di qualità per i reflui da riutilizzare e di linee guida tali da salvaguardare la salute dei consumatori, degli operatori di settore, nonché dell'ambiente stesso.

È quanto mai importante diffondere una cultura di un corretto uso delle risorse idriche per un uso sostenibile delle stesse.

Ecco quindi emergere il problema in tutta la sua complessità: disciplina della tutela delle acque (aspetto qualitativo) e del loro uso razionale attraverso anche il riutilizzo (aspetto quantitativo).

Sia che l'acqua venga estratta per usi civili sia che venga estratta per usi industriali ed agricoli, la qualità e la quantità di acqua disponibile assumono la stessa importanza. Pertanto un notevole alleggerimento dei prelievi può essere realizzato attraverso il riutilizzo delle acque destinando i reflui sia civili che industriali, dopo adeguato trattamento, all'industria stessa e all'agricoltura.

Sulla base di questi principi è stata portata avanti una parte rilevante della stesura della bozza del Testo Unico sulla tutela delle acque dall'inquinamento. In particolare, il capo II della sopracitata bozza concernente la "tutela quantitativa della risorsa e risparmio idrico" prevede che si effettui una pianificazione delle utilizzazioni delle acque.

Tra le forme di risparmio viene previsto il riutilizzo delle acque reflue depurate e, a tal fine, che le regioni e le province autonome adottino programmi mediante i quali:

- a) siano prescritti gli usi delle migliori tecnologie disponibili per la progettazione e l'esecuzione delle infrastrutture nel rispetto delle norme tecniche da emanare con decreto ai sensi dell'articolo 6 della legge 5 gennaio 1994, n. 36, la c.d. legge Galli;
- b) siano indicate le modalità del coordinamento interregionale anche al fine di servire vasti bacini di utenza provvisti di grandi impianti di depurazione di acque reflue;
- c) siano previsti incentivi e agevolazioni alle imprese che adottano impianti di riutilizzo.

Per la realizzazione di questo ambizioso programma è necessario un forte impegno di tutte le amministrazioni interessate attraverso un'adeguata integrazione delle competenze e delle responsabilità di ciascuno.

IL PROGRAMMA ISS-ACQUE DI FALDA
Le acque di falda: nuovi indicatori di qualità e rischio sanitario

La BPL (Buona Pratica di Laboratorio) e programmi di controllo di qualità in microbiologia ambientale

Laura Volterra

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Per microbiologia ambientale si è tradizionalmente inteso in senso riduttivo la microbiologia igienico-sanitaria mirata ad accertare la contaminazione fecale (prevalentemente dell'ambiente idrico) e il conseguente rischio di trasmissione di agenti eziologici di patologie a diffusione prevalentemente oro-fecale. Le normative elencano vari indicatori microbiologici, definiscono procedure analitiche, identificano i terreni colturali e stabiliscono il numero di microrganismi ammissibili, oltre il cui limite si debbono considerare interventi amministrativi, gestionali, giuridici. Sulla base degli esiti ottenuti si costruiscono banche dati che di anno in anno evidenziano la conformità agli standard di legge fidando sui concetti di attendibilità e comparabilità dei dati prodotti dai vari laboratori o elaborati all'interno di uno stesso. In realtà anche la definizione di una procedura e di un terreno colturale non assicurano la comparabilità dei risultati. Questi possono variare in funzione della matrice considerata o del grado di inquinamento e presenza di germi competitori in una stessa matrice. La inesistenza di procedure di validazione dei metodi comporta la produzione di risultati incerti e inaffidabili quando si confrontino tra loro, per esempio, diversi substrati colturali con la finalità di individuarne quello a maggiore resa e selettività. La mancanza inoltre di un piano di Buona Pratica di Laboratorio (BPL) e di periodici controlli di qualità esterni ed interni nei laboratori non potrebbero consentire la costituzione di banche dati.

Vengono riferiti i risultati del progetto UE "EQUASE" che, in un contesto di 20 laboratori italiani, prevede controlli esterni di qualità (EQA= External Quality Control) con vari Materiali di Riferimento (RM) e la costruzione di carte guida per ogni procedura eseguita all'interno di un laboratorio (IQA=Internal Quality Control). Tale progetto ha portato a discutere, anche a livello italiano, sul grado di precisione di ogni specifica metodica analitica, sulla ripetibilità e riproducibilità del dato analitico, sulla attendibilità/veridicità del medesimo. La consapevolezza della scarsa robustezza dei metodi microbiologici ha comportato la tendenza a non applicare a questa disciplina sistemi di verifica statistica anche se dati analitici, comunque ottenuti, sono elaborati statisticamente, comparati e utilizzati per ricavarne modelli. Quanto sopra detto, valido nel settore sanitario per il quale il problema delle malattie oro-fecali a trasmissione idrica ha stimolato una maggiore attenzione e l'approfondimento dei possibili sistemi BPL, si applica ancor più alla vera e propria microbiologia ambientale in senso lato, quella cioè che dovrebbe studiare i microrganismi presenti nell'ambiente, indipendentemente dalla fecalizzazione. La carenza di una tale filosofia laboratoristica, in grado di certificare la qualità dei risultati, comporta la consapevolezza che il grado di conoscenza raggiunto in questo settore è ancora molto superficiale.

L'inquinamento microbiologico delle acque di falda

Laura Volterra

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'importanza di uno studio della qualità microbiologica (a rilevanza igienico sanitaria ed ambientale) delle acque di falda deriva dal fatto che il 60% delle acque destinate al consumo umano sono, in Italia, emunte dal sottosuolo. Di queste le falde montane sono state ritenute particolarmente salubri, perchè l'assenza di centri urbani, industriali, nonchè il limitato impatto della agricoltura in quota poteva certificarne la incontaminazione chimica ed anche microbiologica.

La teoria dell'alta qualità e della salubrità implicita per le acque sorgive montane non è sempre convalidata nella pratica: infatti se i parametri fisici, fisico-chimici e chimici rientrano, in queste acque, nei limiti sanciti dalla legge (DPR 236/88) pur mostrando un dominio di variazione (come, ad esempio, per conducibilità, ossidabilità, C.O.D., cloruri, nitrati), i parametri microbiologici sono frequentemente in esubero rispetto agli standard espressi dai VG e CMA della predetta normativa.

Quanto sopra emerge dalle analisi routinariamente eseguite sulle acque condottate emunte da falde, e, a volte, è confermato da riscontri epidemiologici. Questi ultimi mostrano come, proprio le acque di falda, soprattutto in comunità servite da piccoli acquedotti che si approvvigionano da sorgenti montane, possono essere potenziali vettrici di patogeni batterici, virali e protozoari a diffusione orofecale, ma anche trasmissibili per via inalatoria e per contatto. Tale osservazione è convalidata anche da analoghi rilevamenti eseguiti a livello internazionale.

I periodi di maggiore pericolosità coincidono con quelli di maggiore estensione degli orizzonti saturi e di maggiore apporto nutrizionale nel dominio sotterraneo. I microrganismi, anche se più abbondanti nel livello superficiale, sono diffusi in qualsiasi orizzonte del sottosuolo. Il loro rilascio e trascinarsi in falda dipende dalla natura dei suoli, dalla quantità di acqua infiltrante/percolante e dal suo contenuto cationico.

Uno studio effettuato su acque di falda con vari ecotoni transizionali verso la superficie e in varie situazione geolitologiche dovrebbe:

- 1) tendere ad individuare i rischi igienico sanitari associati con il rilevamento di agenti patogeni in acque di falda;
- 2) mettere a punto nuove metodiche più sensibili per la individuazione degli agenti di rischio sanitario;
- 3) individuare nuovi indicatori alternativi la cui misura sia più semplice, oppure, più rapida, oppure più integrativa delle situazioni medie che interagiscono in un acquifero.

Nuovi indicatori di acque di falda

Silvio Gaiter

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure, Genova

Le importanti acquisizioni ottenute nel campo della biologia delle acque sotterranee, dove, nonostante le condizioni estreme, sono presenti componenti faunistiche assai diversificate e talora rilevanti per numero di specie quasi come nell'ambiente idrico superficiale, spinge all'approfondimento di tale conoscenze al fine di comprendere meglio la qualità delle risorse idriche, la loro vulnerabilità e il significato igienico-sanitario conseguente alla presenza di tali organismi in acque utilizzate a scopo potabile.

La componente metazoica che alberga nel mondo sotterraneo è caratterizzata quasi esclusivamente da invertebrati stigobionti e crenobionti che possono essere suddivisi in classi dimensionali differenti (macro-, meio- e micro-benthos).

In Italia la distribuzione biogeografica di diversi gruppi è caratterizzata a livello di specie da zone molto circoscritte in conseguenza del notevole isolamento territoriale: tuttavia alcuni generi di grandi gruppi hanno un'ampia diffusione che sarà necessario approfondire al fine di reperire quelle caratteristiche di rappresentatività necessaria agli indicatori.

L'insieme delle unità sistematiche (specie differenti) stabili presenti in un biotopo costituisce la biocenosi e lo studio delle differenti Comunità fornisce utili informazioni. Particolari tipi di biotopi, a seconda dell'origine e del chimismo delle acque, si hanno nelle acque di transizione ovvero nelle sorgenti (ecotoni sorgente); altre diversità faunistiche si riscontrano nelle falde freatiche delle pianure alluvionali (acquiferi permeabili per porosità), rispetto a quelle circolanti in acquiferi microfessurati e carsici, determinando soprattutto una differenziazione nella grandezza dei taxa presenti (macro-, meio- e micro-benthos). Si deve inoltre considerare la frequente interazione fra acque superficiali e sotterranee, evento occasionale ma più spesso ciclico, che determina modificazioni nelle biocenosi. Ulteriori "arricchimenti faunistici", prevalentemente apportati nel sistema acquedotto prima o dopo la potabilizzazione, sono dovuti alla violabilità delle opere.

Fino ad oggi in Italia sono stati condotti solo pochi studi sulle biocenosi e le indagini sono state effettuate prevalentemente a livello locale interessando maggiormente le falde carsiche rispetto agli altri ambienti idrici e manca quindi una visione globale. Anche a livello dei singoli taxa sono stati effettuati limitati approfondimenti su alcuni gruppi (Anfipodi, Molluschi, etc.).

Biologia molecolare applicata alla batteriologia

Maria del Mar Lleo, Pietro Canepari

Istituto di Microbiologia, Università degli Studi, Verona

La identificazione di batteri difficilmente coltivabili o incapaci di dividersi perchè danneggiati o "dormienti" è un primario obiettivo della moderna batteriologia. Soprattutto in questi ultimi anni si è rivelata sempre più evidente la capacità di batteri patogeni per l'uomo o comunque di interesse medico di sopravvivere nell'ambiente attivando particolari strategie quali lo stato vitale ma non coltivabile (VNC). In questo stati i batteri rimangono vitali (cioè ancora dotati di attività metabolica), conservando i fattori di patogenicità, tuttavia non sono più in grado di formare colonie su terreni generalmente utilizzati per il loro rilevamento. Ciò, necessariamente, comporta un adeguamento o affiancamento delle tecniche "classiche" con metodi alternativi. Tra questi è ragionevole includere i metodi immunologici, in grado di rilevare antigeni batterici mediante l'utilizzo di anticorpi fluorescenti, tuttavia tale metodo presenta specificità e sensibilità pesantemente correlate all'esperienza dell'operatore. I metodi basati sulla biologia molecolare, invece, sembrano escludere o almeno minimizzare questa possibilità. Tra essi si includono:

1) l'utilizzo di sonde geniche che prevedono la loro ibridizzazione con un acido nucleico (DNA o RNA) estratto da un microrganismo. L'avvenuta ibridizzazione è rilevata quantitativamente con l'opportuno metodo. La tecnica trova oggi limitazioni in questa applicazione essenzialmente per la non eccellente sensibilità. Essa può essere migliorata utilizzando sonde che riconoscono l'acido nucleico bersaglio nell'RNA ribosomiale grazie al suo maggior numero di molecole per cellula.

2) Di particolare rilevanza si sono dimostrate le tecniche che prevedono il rilevamento dei microrganismi mediante l'amplificazione di uno specifico tratto del suo genoma (PCR). Nostri dati indicano che tale tecnica consente di rilevare fino al singolo microrganismo anche in campioni di origine ambientale (acque marine e dolci, sedimenti, rifiuti).

3) Il solo approccio qualitativo tuttavia non è sufficiente soprattutto quando è necessario esprimere un giudizio sulla qualità microbiologica del materiale esaminato. Noi abbiamo, con questo obiettivo, sviluppato un protocollo di PCR competitiva che mediante l'impiego di un "internal standard", permette di stimare quantitativamente cellule coltivabili e non coltivabili di *Escherichia coli* ed *Enterococcus faecalis* presenti in prelievi ambientali. Dati ottenuti dal confronto tra il metodo colturale tradizionale e questo da noi sviluppato ci hanno permesso di indicare la consistenza della presenza nell'ambiente di forme non coltivabili di microrganismi di interesse medico.

Proposte di aggiornamento bibliografico

Maria Cristina Calicchia *, Francesca Anna Aulicino, Laura Volterra **

*Biblioteca, Istituto Superiore di Sanità, Roma

**Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'utilizzo dell'informazione scientifica e l'affidabilità dei mezzi per comunicarla sono di straordinaria importanza e, oggi, tali concetti sono talmente ovvii da apparire banali. Ciò che si vuole qui sottolineare è, dunque, il valore aggiunto che essi assumono per il fatto che costituiscono la premessa per ogni azione efficace e che non si può lavorare senza un adeguato aggiornamento delle conoscenze, per le capacità di coordinamento e di sviluppo che ne derivano.

Tenendo presente tali obiettivi il presente lavoro si propone di presentare, nella forma più esaustiva possibile, una rassegna degli strumenti avanzati di informazione e aggiornamento bibliografico in materia di ambiente in generale e di contaminazione microbiologica degli ambienti idrici, in particolare.

Gli strumenti cui si farà accenno nel lavoro sono quelli disponibili presso la Biblioteca e il Servizio di Documentazione dell'Istituto Superiore di Sanità, da sempre impegnati nel supporto tecnico-scientifico allo sviluppo delle conoscenze, per un miglioramento di qualità dei servizi prestati dalla comunità scientifica nazionale. Verranno altresì individuati alcuni siti presenti su Internet, in particolare, per quanto riguarda la rete europea.

Suoli e vulnerabilità di acque di falda di territori carsici

Gianluigi Boccalon, Vladimiro Toniello

Federazione Speleologica Veneta, Progetto IN.AC. Monitoraggio Acque Sotterranee, Treviso

In un acquifero carsico la circolazione idrica avviene attraverso condotti anche di grandi dimensioni e, soprattutto nei periodi di piena, il flusso si presenta turbolento ed estremamente veloce. L'acqua può percorrere parecchi chilometri nell'arco di poche ore. A causa di tali caratteristiche una falda carsica, in pratica, non possiede capacità autodepurante e pertanto non è in grado di tamponare inquinanti di tipo organico.

Come esempio tipico si può considerare la falda dell'Altopiano dei Sette Comuni (provincia di Vicenza). Essa alimenta, tra le altre, una delle più grosse risorgenze carsiche europee: le sorgenti dell'Oliero a Valstagna in Valsugana (Vicenza). Tali sorgenti alimentano l'acquedotto di Asiago e di altri centri dell'Altopiano e pertanto sono usate a scopo idropotabile. E' stato dimostrato che, in regime di piena, l'acqua che penetra in Altopiano impiega dalle 12 alle 24 ore per giungere alle sorgenti.

Questo deve far pensare quanto importante sia la conoscenza delle geometrie dei corpi idrici, delle velocità di deflusso soprattutto negli acquiferi carsici. La mancata conoscenza di tali parametri, rende inutile l'istituzione di fasce di rispetto come quelle che si utilizzano nelle falde delle pianure alluvionali. Scarichi, fognature, discariche, dispersioni di liquami zootecnici, se smaltiti con le norme adeguate per le falde di pianura, in ambito carsico possono produrre danni ambientali anche irreparabili.

Uso delle reti neurali nelle procedure di classificazione di dati di qualità delle acque sorgive

Rosanna Burigo (*), Caterina Oppo (*), Armando Pelliccioni (**), Biancamaria Pietrangeli (**), Donatella Ursini (**)

(*) *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Veneta, Sez. Medico Biotossicologica, Belluno*

(**) *ISPESL-DIPIA Centro Ricerche Monteporzio Catone, Roma*

Lo studio deriva dalla necessità di comprendere le principali cause di inquinamento delle sorgenti montane captate ad uso acquedottistico. Dal febbraio 1996 al 1998, due sorgenti montane situate in zone carsiche sono state quotidianamente campionate ed analizzate rispetto ai parametri chimico-fisici e microbiologici. I livelli di inquinamento di queste due sorgenti sono risultati estremamente contenuti, eccetto che in alcune situazioni di picco, specie in corrispondenza di aumenti di portata. Data l'elevata quantità di analisi eseguite e soprattutto il lungo periodo monitorato, si può ragionevolmente supporre che questi dati siano un campione rappresentativo delle possibili condizioni ambientali in cui si può trovare un'acqua di sorgente.

Al fine di selezionare le condizioni ambientali meglio rappresentative si è proceduto alla classificazione dei dati in modo da evidenziare l'associazione tra alcuni parametri di natura fisica (portata, temperatura, conducibilità) con la composizione chimica dei campioni (pH, cloruri, nitrati, etc.). Per eseguire la classificazione, si sono usate delle tecniche innovative che si basano sulle reti neurali (RN) ed in particolare l'architettura di Kohonene. Tali tecniche permettono di classificare intelligentemente anche situazioni non lineari, al contrario di quelle statistiche classiche (analisi dei fattori e delle componenti principali) che sono per lo più utilizzate in situazioni lineari o linearizzabili. L'uso delle RN in campo ambientale appare particolarmente promettente perchè le variabili coinvolte spesso hanno delle relazioni non lineari e, cosa importante, di solito non è conosciuto il modello sottostante i dati. I risultati finora ottenuti hanno permesso la determinazione di alcune situazioni "tipo" legate alla portata media e alla composizione chimico-fisica delle acque sorgive. Si può notare che la composizione chimica media dei cluster riflette quella degli strati di terreno attraversati dalle acque sorgive, permettendo di distinguere il diverso apporto delle acque di ruscellamento, di falda e di percolazione. Dal momento che esiste presumibilmente una relazione tra i parametri chimico-fisici e quelli microbiologici, per ogni classificazione è stata associata la relativa caratterizzazione biologica, ottenendo una corrispondenza tra cariche batteriche totali e composizione chimico-fisica del cluster. Quest'ultima proposta metodologica per la classificazione indiretta della qualità microbiologica delle acque sorgive è supportata dalla considerazione che molte sostanze chimiche fungono da "pabulum" per lo sviluppo dei microrganismi. La metodologia appare promettente, ma necessita di ulteriori approfondimenti utilizzando un protocollo sperimentale "ad hoc" per meglio studiare le relazioni esistenti tra parametri chimico-fisici e microbiologici.

Indicatori di vulnerabilità in sistemi aperti calcite-anidride carbonica-acqua di sorgenti alpine

Fabio Decet

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Veneta, Sez. Chimica, Belluno

La descrizione dei sistemi idrogeochimici mediante la termodinamica riveste attualmente un particolare interesse anche a seguito della possibilità di ottenere per tale via dei modelli di previsione di vulnerabilità (1). Questo approccio richiede che i sistemi considerati siano all'equilibrio, cosa che non è certamente sempre verificata. Anche in quest'ultimo caso è tuttavia importante cercare quale particolare equilibrio approssimi la realtà ed individuare i fattori che lo disturbano (2).

In queste note si rileva come gli equilibri termodinamici relativi ai sistemi calcite CO_2 -acqua e dolomia CO_2 - acqua descrivano in modo sufficientemente preciso il pH e la concentrazione dello ione calcio delle sorgenti dell'area dolomitica i cui bacini siano costituiti da dolomie, calcari e vulcaniti.

Le deviazioni dalle condizioni previste dagli equilibri suddetti si possono attribuire a precise situazioni ambientali che possono essere individuate facilmente mediante grafici logaritmici del tipo $\text{pCa} - \text{pH}$. Questi ultimi consentono di: 1) identificare l'ambito geologico di provenienza di una sorgente; 2) valutare la presenza o meno di apporti antropici e dal suolo; 3) valutare le condizioni di saturazione rispetto alla dolomia ed alla calcite.

Tutto ciò permette l'individuazione delle sorgenti più vulnerabili e compromesse ed in definitiva una riduzione dei costi di indagine ed analisi.

1- Tauson V.I., Akimov V.V., 1997. *Geochim. Cosmochim. Acta* 61(23), 4935

2- Stumm W., Morgan J.J., 1981. *Aquatic Chemistry*, J. Wiley & S. New York.

Valutazione della qualità delle acque destinate al consumo umano in ambiente montano (Belluno)

Domenico Grazioli*, Rosanna Burigo**, Caterina Oppo**, Filippo Baratto***

**ULSS 2 Feltre, Dipartimento di Prevenzione*

***Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Veneta, Sez. Medico Biotossicologica, Belluno*

****Libero professionista*

La provincia di Belluno può essere divisa, dal punto di vista geologico ed a grandi linee, in due aree divise ipoteticamente dalla direttrice Ospitale di Cadore-Valle del Mis-Primiero e dotate di caratteri litostratigrafici, geomorfologici ed idrogeologici che le distinguono. A Nord si hanno litologie di prevalente età triassica a componente carbonatica (Dolomie-Calcarei e litologie intermedie). A Sud le litologie che caratterizzano il vallone bellunese appartengono ad età che dal Giurassico e Cretaceo (litologie calcareo-dolomitiche e marnose), arrivano al Terziario caratterizzato da terreni flyscoidi, molasse, marne. A tali differenti complessi litologici, sono associate condizioni di circolazione idrica sotterranea e recapito sorgivo sostanzialmente diversificati.

Nel vallone bellunese predominano le sorgive ai margini delle conoidi in quanto le caratteristiche idrogeologiche sono legate a condizioni prevalenti di permeabilità per porosità di terreni alluvionali. Nel Cadore e nell'Agordino predominano le sorgenti create da strati impermeabili sopportanti rocce permeabili. Un ruolo non marginale rivestono, poi, l'utilizzo del suolo e l'antropizzazione, con le conseguenti infrastrutture collegate (es. fognature, etc.), fattori che, nei due ambiti provinciali suddetti, hanno differente peso sulla qualità della risorsa idropotabile e, quindi, sulla tutela idrica sotterranea.

L'approvvigionamento idrico della provincia di Belluno viene effettuato da circa 400 acquedotti di modesta portata che, spesso, in periodi di morbida erogano acqua batteriologicamente non conforme ai limiti previsti dal DPR 236/88. Questa situazione è legata principalmente alla conformazione geologica ma anche alle opere di presa non adeguatamente strutturali.

Per poter valutare la qualità delle acque destinate al consumo umano abbiamo utilizzato l'Indice di Potabilità (IP) dato dal rapporto tra il numero di analisi batteriologiche favorevoli e il totale annuale relativo al periodo 1988-1997. Abbiamo considerato le acque con $IP > 0,90$ soddisfacenti, quelle con un IP compreso tra 0,80 e 0,90 vulnerabili, mentre quelle con $IP < 0,80$ mediocri. Partendo dalla suddivisione del territorio provinciale in ambiti idrogeologici e prendendo in considerazione i suddetti indici e la identificazione di principali centri di pericolo di inquinamento (CDP)- quali fognature, discariche ed altro, e delle prese idropotabili (suddivise tra conformi e non al DPR 236/88) si arriva alla mappatura della qualità microbiologica dell'acqua. Attraverso l'utilizzo di queste mappe, quindi, è stato possibile valutare i cambiamenti apportati sul territorio dai singoli comuni e in parallelo valutare l'influenza delle variazioni climatiche. Tramite l'utilizzo delle mappe è possibile operare un controllo indiretto del territorio.

Indice degli autori

Aulicino, Francesca Anna	5, 10, 25
Baratto, Filippo	29
Basilico, Stefano	8
Boccalon, Gianluigi	26
Burigo, Rosanna	27, 29
Calicchia, Maria Cristina	25
Canepari, Pietro	24
Carere, Mario	10
Catena, Giorgio	11
Colombi, Antonio	8
Conti, Marcelo Enrique	12
Croci, Luciana	13
Decet, Fabio	28
Del Mar, Lleo Maria	24
Fiore, Alfonsina	13
Gaiter, Silvio	23
Gräzioli, Domenico	29
Manazza, Sabrina	16
Marconi, Achille	14
Marossi, Livio	15
Oliveri, Rosalaura	9
Oppo, Caterina	27, 29
Orsini, Patrizia	10
Palin, Lucio	16
Panella, Massimiliano	16
Patti, Anna Maria	6
Pelliccioni, Armando	27
Pietrangeli, Biancamari	27
Pozio, Edoardo	7
Rossi, Patrizia	7
Scalfaro, Concetta	13
Sollazzo, Caterina	17
Toniello, Vladimiro	26
Toti, Laura	13
Ursini, Donatella	27
Volterra, Laura	21, 22, 25

*Direttore dell'Istituto Superiore di Sanità
e Responsabile scientifico: Giuseppe Benagiano*

Direttore responsabile: Vilma Alberani

*Stampato dal Servizio per le attività editoriali
dell'Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 - 00161 ROMA*

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN
deve essere preventivamente autorizzata.*

Reg. Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Roma, settembre 1998 (n. 3) 4° Suppl.

*La responsabilità dei dati scientifici e tecnici
pubblicati nei Rapporti e Congressi ISTISAN è dei singoli autori*