

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 63 (1972-1973)

**Artikel:** Notizie sulla presenza di nitrati nelle acque potabili del Ticino  
**Autor:** Massarotti, Aldo  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1003500>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

ALDO MASSAROTTI

Ing. Chimico cantonale, Direttore del Laboratorio cantonale di Lugano

*In memoria del Dr. med. Guido Kaufmann (1897 - 1972)  
insigne naturalista, socio onorario STSN*

## Notizie sulla presenza di nitrati nelle acque potabili del Ticino

**Riassunto.** Viene presentata una panoramica sul significato igienico-sanitario e nutrizionale dei nitrati nelle acque per uso potabile e negli alimenti, con reminescenze microbiologiche quanto alla loro situazione nel ciclo dell'azoto e vengono puntualizzate necessità e prospettive di un arresto del loro aumento nelle acque stesse, basato sulla protezione delle acque, sulla depurazione con terza fase delle acque cloacali e sul disciplinamento degli apporti fertilizzanti ai terreni. Sono comunicate le risultanze analitiche del Laboratorio cantonale quanto alla concentrazione dei nitrati nelle fonti d'acqua di acquedotti ticinesi.

### INTRODUZIONE

I nitrati, che da qualche decennio sono diventati oggetto di preoccupazione per l'igienista alimentare, costituiscono notoriamente la pietra terminale della trasformazione e della mineralizzazione delle sostanze organiche azotate e, per tal motivo, nell'ambito del risanamento dell'ambiente vitale quale veniva inteso un tempo, essi sono stati considerati come i composti optimali ai quali tendere nell'eliminazione o nella eventuale utilizzazione dei rifiuti organici.

Anche dal punto di vista tossicologico, se si escludono gli accertamenti sulla tossicità acuta e subacuta di macrodososi dei nitrati utilizzati quali additivi alimentari (trattamento dei salumi) e quali fertilizzanti, le acquisizioni inerenti alle conoscenze dell'azione di microdososi di tali anioni sono relativamente recenti.

La limnologia ha già da molti anni indicato nei nitrati (e nei fosfati) presenti nei bacini lacuali, i fattori e gli indicatori dei processi di evoluzione eutrofizzante di quei sistemi ecologici. Per quanto concerne le acque del sottosuolo, invece, essi sono stati considerati unicamente nella misura nella quale essi erano i benvisi composti terminali dei processi, cosiddetti di autodepurazione, di trasformazione delle sostanze organiche azotate infiltrate o comunque disperse nel sottosuolo<sup>1)</sup>.

Il significato di tossicità cronica dei nitrati venne riconosciuto solo alla fine della seconda guerra mondiale quando Comly accertò correla-

1) A. Massarotti, Boll. Soc. Tic. Sci. Nat. LV, 21 (1962).

zioni dirette tra fenomeni d'intossicazione di lattanti ed il consumo di acque di pozzi (di fattorie) ricche di nitrati. Subito numerosi altri casi con sintomatologie identiche furono oggetto di pubblicazioni mediche negli Stati Uniti e, solo più tardi, in Europa.

Nel Minnesota sono stati segnalati dal 1947 al 1950 ben 139 casi del genere, dei quali 14 mortali, e tutti in lattanti ai quali era stata data acqua come tale oppure nel poppatoio. Una notevole documentazione in merito a tutta la problematica è stata raccolta da Gross<sup>1)</sup>

Il quadro clinico presentato da tali intossicazioni è quello di una cianosi (o morbo ceruleo dei lattanti). L'eziologia è riferibile all'ingestione da parte dell'organismo sia di nitriti, esistenti preformati in alimenti antiigienici (acque inquinate, carni nitritate dei salumi), sia di nitrati, i quali vengono trasformati in nitriti per riduzione ad opera della flora batterica intestinale. La particolare sensibilità dei lattanti, ma anche di molti bambini dopo lo svezzamento, ai nitrati, è dovuta al fatto che la bassa acidità del tratto gastrointestinale, sia in condizioni normali che patologiche, favorisce lo sviluppo di flora batterica riducente i nitrati a nitriti.

A loro volta i nitriti, resorbiti nel tratto intestinale, si combinano successivamente, nel circolo sanguigno, con l'emoglobina, trasformandola in una forma ossidata stabile, la *metaemoglobin* (o emiglobina), la quale non è in grado, come invece l'emoglobina, di fungere da vettore dell'ossigeno per cederlo alle cellule; l'ossigenazione delle cellule è pertanto più o meno gravemente compromessa e l'organismo presenta allora i gravi sintomi di una cianosi. Da rilevare che nel primo trimestre di vita l'emoglobina è molto fragile e sensibilissima già a deboli concentrazioni di nitriti.

## APPORTI ALIMENTARI DI NITRATI

Per quanto la presente memoria verta in modo particolare sulla presenza dei nitrati nelle acque per uso potabile, dev'essere fatto il punto della situazione alimentare globale quanto alla somma dei possibili apporti di nitrati (e di nitriti) con il quotidiano consumo di alimenti. Infatti, oltre alle acque per uso potabile e delle quali si ammette un'ingestione quotidiana (sia come tale o con altre bevande, sia con i cibi, quali le minestre ecc.) dell'ordine di 2 litri, anche altri alimenti sono stati individuati per essere possibili apportatori di nitrati: i *salumi*, con l'uso e l'abuso di sale nitrato o nitritato; vi è solo da augurarsi che l'alta autorità federale di vigilanza sul commercio e l'ispezione delle carni abbia se non a proscrivere, come recentemente fatto dall'autorità sanitaria norvegese, almeno a decretare una sensibile riduzione di simili additivi, specie in tali alimenti, i quali, a nostro avviso assolutamente a torto dal punto di vista nutrizionale, vengono dati da consumare già ai bambini in età prescolare.

1) E. Gross, Vergiftung durch Aufnahme von Nitraten im Trinkwasser und in Pflanzen bei Kleinstkindern, Arch. Hyg. Bakt. 148, 28 (1964).

stica « perchè imparino a mangiare di tutto, come i grandi... » ; la *verdura*, specialmente gli spinaci, ed altri *ortaggi*, come le carote, coltivati con criteri di superconcimazione assolutamente irrazionali ; se si considera che tali alimenti costituiscono, secondo la buona pratica di dietologia infantile, un notevole apporto alimentare già durante lo svezzamento, ci si deve chiedere se molti disturbi riferiti ad altre cause non siano stati causati dalla presenza di nitrati in tali alimenti di base. Specialmente colpiti da sintomatologia di metaemoglobinemia possono essere i lattanti nei primi 4 mesi di vita. Vi è comunque da rilevare che la trasformazione dei nitrati in nitriti può avvenire non solo nell'intestino, ma anche già durante la preparazione e la conservazione dei cibi per bambini (alimenti speciali, poppatoi, passate di verdura ecc.) a base di spinaci e di verdura, in particolar modo quando essi siano stati preparati senza osservare le precauzioni igieniche di pulizia personale, dei recipienti, degli utensili ecc., oppure conservati a lungo a temperatura ambiente od in refrigerante (oltre 4 giorni a 2-5° C). In tali condizioni è infatti favorita la crescita rapida di microbi nitrato-riducenti ; i *formaggi*, a dipendenza di abusiva addizione di nitrati per impedire rigonfiamenti durante il processo di maturazione e la conservazione, possono denotare la presenza di concentrazioni di nitrati superiori al limite di tolleranza di 5 mg NO<sub>3</sub>/kg, fissato recentemente dal Servizio federale dell'igiene pubblica.

Infine, neppure le *acque minerali*, il cui consumo è stato supersollecitato in questi ultimi anni quale presunta difesa personale contro gli inquinamenti delle acque (troppo facilmente generalizzati, dopo essere stati con tanta faciloneria ignorati o bagattellizzati), neppure le acque minerali sono state risparmiate dai fenomeni che hanno portato all'aumento dei nitrati nelle acque. E' doveroso rilevare che, in base alle risultanze delle quali disponiamo, tale fenomeno non ha ancora colpito acque minerali provenienti da fonti nazionali svizzere, mentre esso è già stato avvertito per non poche acque minerali estere<sup>1)</sup>). Anzi gli stabilimenti fornitori di tali acque, raccomandate peraltro da certi pediatri, quale surrogato dell'acqua dei rubinetti, per la preparazione di poppatoi per lattanti, hanno dovuto abbandonare le sorgenti che denotavano una contaminazione inammissibile da nitrati (ovvia conseguenza degli intensi, irrazionali, indisciplinati insediamenti umani nelle zone degli stabilimenti in questione).

Il Laboratorio cantonale d'igiene e di chimica è già da tempo sulla breccia per controllare e reperire tutte le possibilità di apporto intollerabile di nitrati (e di nitriti) con gli alimenti, tanto più che l'assunto profilattico imperativo della salvaguardia della salute dei bambini è di primaria importanza nell'ambito generale della protezione della salute dei consumatori. E sia permesso all'Autorità di sollecitare i lettori di queste righe ad informarsi ed a favorire l'informazione e l'educazione sanitaria di base per tutto quanto attiene all'alimentazione ed alla difesa contro le

---

1) *H. Gounelle de Pontanel - M. Astier-Dumas, Ann. Hyg. L. Fr. I/8, 71 (1972).*

contaminazioni chimiche, biologiche e, in caso di emergenza, anche contro quelle atomiche<sup>1</sup>).

Infine, oltre ai possibili apporti alimentari, non vanno dimenticati gli *apporti medicamentosi*, con l'abuso di medicamenti a base di nitrati, quale ad esempio il sottonitroato di bismuto, e di nitro — rispettivamente nitroso-derivati organici.

## NORME IGIENICO-SANITARIE PER I NITRATI NELLE ACQUE PER USO POTABILE

In considerazione delle esigenze poste dalla profilassi delle intossicazioni di carattere metaemoglobinemico riferibili ai nitrati, le autorità sanitarie di diversi paesi, partendo dal presupposto che la concentrazione dei nitrati nelle acque per uso potabile comincia a diventare pericolosa per i lattanti a partire da 50 mg NO<sub>3</sub>/l, hanno fissato dei limiti massimi ammissibili per tali nazioni.

L'OMS (Organizzazione Mondiale della Salute) ha raccomandato per l'Europa l'adozione del limite di 50 mg NO<sub>3</sub>/l. In Francia il limite ufficiale è di 44 mg NO<sub>3</sub>/l (pari a 10 mg di N nitrico per litro); in Germania Occ. (RFT) esso è di 40 mg NO<sub>3</sub>/l e negli Stati Uniti lo standard di accettazione è di 45 mg NO<sub>3</sub>/l ed è pure prescritto che nei luoghi, nei quali tale concentrazione è superata, il pubblico deve essere avvertito del pericolo potenziale costituito dall'uso di acque del genere per l'alimentazione dei lattanti.

In Svizzera, il Servizio federale dell'igiene pubblica, dapprima, ed il Consiglio federale, poi, con l'approvazione del Manuale svizzero per l'analisi delle derrate alimentari, hanno raccomandato il non superamento del limite di 40 mg NO<sub>3</sub>/l. Recita testualmente il MSDA<sup>2</sup>) : « Der Gehalt an Nitraten soll 40 mg NO<sub>3</sub>/l nicht übersteigen, da Wasser mit höheren Gehalten bei dessen Verwendung zur Säuglingsernährung zu Methämoglobinämie Anlass geben kann ».

E' auspicabile che, in considerazione del reperimento di ulteriori fonti di contaminazione degli alimenti con nitrati, il limite raccomandato per l'acqua venga invece stabilito in modo imperativo (quindi non « soll... nicht... », ma bensì « darf... nicht... ») o meglio ancora ulteriormente abbassato, in base alle constatazioni fatte dai Laboratori ufficiali, e dal nostro Laboratorio in particolare, che il superamento del valore di 20-25 mg NO<sub>3</sub>/l indica già la tendenza ad un'evoluzione in senso peggiorativo ed eutrofizzante della qualità dell'acqua, in quelle zone nelle quali non si sono ancora realizzate le opere di protezione delle fonti d'acqua per uso potabile.

1) A. Massarotti, Le contaminazioni ABC degli alimenti (lezioni ai Corsi postscolastici del Dip. Pubbl. Ed., non pubblicate).

2) Manuale svizzero per l'analisi delle derrate alimentari, Ed. V (ted.), Vol. II / Cap. 27 A, 7 (1972).

## ANALISI DELLE ACQUE : DOSAGGIO DEI NITRATI

Viste le disposizioni normative che devono fare stato nella valutazione igienica della presenza dei nitrati nelle acque per uso potabile, è ovvio che si esamini quale sia la situazione per tali acque nel Ticino. Come risulta dalla raccolta di risultati allegati alla presente memoria ed alla quale rimandiamo, anche nel nostro Cantone vi sono delle acque, in genere acque di sottosuolo vere e proprie, ossia di falde freatiche captate da pozzi filtranti, nelle quali le concentrazioni di nitrati, sebbene non superino il limite di tolleranza raccomandato dal MSDA, raggiungono tuttavia valori talvolta superiori a 30 mg NO<sub>3</sub>/l e più frequentemente valori superiori a 20 mg NO<sub>3</sub>/l, concentrazione che, secondo il precedente Manuale svizzero per l'analisi delle derrate alimentari (1937), era raccomandata come limite indicativo per acque di buona qualità.

Se si vuole seguire l'evoluzione della concentrazione di nitrati nelle acque potabili degli acquedotti ticinesi non è possibile basarsi sulle indicazioni anteriori agli anni '60 e ciò per le ragioni che andremo esponendo.

Risalgono al 1919 le prime notizie concernenti anche i nitrati, tra altri dati chimici sulle acque potabili del Canton Ticino ; esse sono state comunicate dall'allora chimico cantonale Dr. A. Verda<sup>1)</sup>, secondo il quale l'assenza di nitrati veniva ritenuta « caratteristica comune all'immena maggioranza delle acque ticinesi, anche in quelle relativamente impure ». Tale notizia e la circostanza che le analisi effettuate dal Laboratorio cantonale dal 1920 al 1960 non sono mai state positive quanto alla presenza di nitrati, se non nei casi di acque fortemente inquinate batteriologicamente e chimicamente (incidenti con aspirazioni di colaticcio in condotte private) devono essere interpretate, alla luce di quanto esporremo, come conseguenze dell'inadeguatezza del metodo analitico applicato.

Infatti, la ricerca dei nitrati veniva eseguita esclusivamente con la reazione alla difenilamina secondo *Tillmann* e *Sutthoff*<sup>2)</sup>. Tale reazione, come lo hanno esaurientemente dimostrato gli studi di *R. Müller* ed *O. Widemann*<sup>3)</sup>, presenta diversi inconvenienti che ne limitano la sensibilità e che la rendono praticamente non idonea a determinazioni quantitative.

Constatati tali inconvenienti, l'Autore ha nell'ultimo decennio applicato esclusivamente un altro metodo, peraltro pure già contemplato dal Manuale svizzero per l'analisi delle derrate alimentari<sup>4)</sup>, ma rimasto negletto, probabilmente perchè più laborioso del metodo alla difenilamina nell'applicazione per ricerche qualitative in serie.

1) *A. Verda*, Helv. Chim. Acta, III/1, 3 (1919).

2) Manuale svizzero per l'analisi delle derrate alimentari, Ed. IV (ted.), 202 (1937).

3) *R. Müller - O. Widemann*, Vom Wasser, Vol. XXII, 247 (1955).

4) Manuale svizzero per l'analisi delle derrate alimentari (MSDA) Ed. IV (ted.), 202 (1937).

Si tratta del metodo al salicilato secondo *Scheringa*, metodo, il quale, come hanno confermato i menzionati studi di Müller e Widemann, è risultato dare ogni garanzia di esattezza e di riproducibilità, tanto da essere ripreso nel nuovo Manuale svizzero d'analisi<sup>1)</sup> quale unico metodo ufficiale.

Il metodo al salicilato si basa sulla nitrazione dell'acido salicilico (per azione sul salicilato sodico dell'acido nitrico liberato dai nitrati ad opera di acido solforico) con formazione di acido nitrosalicilico, il quale in soluzione alcalina produce una colorazione gialla, la cui intensità viene determinata per via fotometrica.

Più recentemente il Laboratorio ha iniziato l'applicazione, contemporaneamente al metodo suesposto, di una tecnica spettrofotometrica, contemplata dal manuale statunitense degli « Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater », basata sulla misurazione dell'assorbimento degli ioni  $\text{NO}_3^-$  nell'ultravioletto a 220 nm, con una correzione, per eventuali sostanze organiche presenti, mediante misurazione dell'assorbimento a 275 nm. Il confronto dei due metodi ha finora evidenziato una buona corrispondenza dei risultati.

## INCONVENIENTI DA CONCENTRAZIONI ECCESSIVE DI NITRATI NELLE ACQUE E NEGLI ALIMENTI

A titolo riassuntivo ed ulteriormente informativo siano qui indicate le conseguenze negative igienico-sanitarie ed altre che possono derivare dal contenuto elevato di nitrati nelle acque di consumo (per uso potabile o di abbeveramento) e d'uso industriale od artigianale, come pure negli alimenti :

— *medicina umana*

metaemoglobinemia dei lattanti (cianosi) e dei bambini in stato di malnutrizione proteino-calorica ;  
formazione di nitrosamine precarcinogene per azione dei nitriti (da riduzione chimica o biologica dei nitrati) su amine biogene (tiramina, istidina ecc.) prodotti dei metabolismi microbici ;

— *medicina veterinaria*

tossicosi di bovini giovani nella fase di alimentazione con foraggi a base di latte in polvere ;

— *tecnologia alimentare*

alterazione dei processi fermentativi di birreria (con degenerazione dei lieviti per concentrazioni di nitrati superiori a 50 mg  $\text{NO}_3^-/\text{l}$ ) ;

---

1) do., Ed. V (ted.), Vol. II / Cap. 27 A, 31 (1969 - 1972).

— *idraulica*

proliferazioni di zooglie microbiche ed algali nelle installazioni d'acqua potabile od industriale, specialmente in presenza contemporanea di fosfati (da eutrofizzazione di acque sorgive, del sottosuolo od aperte oppure da congegni di condizionamento anticorrosione od anticalcare per acque di alimentazione di impianti termici) ; decomposizione di tali associazioni di microorganismi con alterazioni dell'acqua (odori e sapori anormali) e mineralizzazione con formazione di concrezioni che portano all'ostruzione di condotte e di organi di manovra ;

oltre agli inconvenienti riferibili ai nitrati provenienti dall'acqua fornita dagli acquedotti, devono essere rilevati quelli dovuti all'aggiunta di nitrati o di nitriti per trattamenti anticorrosione di impianti idraulici, dai quali l'acqua può, per errori d'installazione, essere aspirata nei circuiti dell'acqua per uso potabile.

## GENESI DEI NITRATI - NOZIONISTICA MICROBIOLOGICA

Gli apporti dell'azoto e dei suoi composti organici ed anorganici alla biosfera, come pure i corsi e ricorsi fenomenologici che vanno sotto il termine comprensivo di *ciclo dell'azoto*, sono presupposti come generalmente noti. Agli apporti cosiddetti naturali che si svolgono nell'ecosistema atmosfera-acqua-terreno vanno aggiunti quelli, che chiameremo artificiali, dovuti alle attività umane, i quali possono essere, a seconda dei modi e delle finalità, e nella misura in cui rispettano o meno l'ambiente naturale, conformi alle esigenze ecologiche oppure in urto con queste ultime, nel qual caso si parla di *inquinamenti* o di *contaminazioni*.

Tra gli *inquinamenti*, che, sempre limitatamente agli apporti di sostanze azotate alle acque sotterranee, hanno un significato sfavorevole, vanno indicati in primo luogo : le *dispersioni di acque luride* o comunque *residuali* (quindi contaminate non solo chimicamente o biologicamente, ma anche fisicamente, come nel caso dell'inquinamento termico, di essenziale importanza energetica per i processi microbiologici) ; le *concimazioni irrazionali* o comunque sproporzionate con mezzi e modi inadeguati ; l'*uso di esplosivi* a base di nitrato d'ammonio in luoghi interessati da falde freatiche o da sorgenti, con eventuali alterazioni non solo quantitative (modifiche delle portate), ma anche qualitative.

Tali operazioni inquinanti possono intervenire ed avere influsso sui processi microbiologici che hanno sede nei terreni, modificandone il decorso, anche ed in particolar modo per quanto concerne il ciclo sotterraneo dell'azoto.

Le complesse interazioni biologiche, chimiche e fisiche che hanno sede nel sottosuolo implicano numerosi parametri strutturali, costituzio-

nali, energetici ed altri ancora, i quali non sono ovviamente riproducibili in modelli analogici per spiegare l'evoluzione dei composti organici ed inorganici apportati ai terreni ed a substrati freatici, riceventi, veicolanti, filtranti, percolanti ed accumulanti le acque.

Ancora più complessa diventa la problematica a dipendenza degli inquinamenti, con particolare riguardo alle contaminazioni con idrocarburi, con biocidi (pestici, erbicidi, veleni enzimatici organici e metallici ecc.) e con sostanze tensioattive (tensidi, specie se non biodegradabili, che favoriscono la penetrazione in profondità dei contaminanti).

Nei terreni i nitrati vengono formati rispettivamente trasformati in processi chimici o biologici essenzialmente impernati su sistemi ossido-riducenti, che si ritrovano in tutto il ciclo dell'azoto. Mentre tali processi sono molto ben noti per quanto concerne le acque lacustri, meno noti sono gli aspetti di eutrofizzazione che hanno avuto luogo in epoche più o meno remote ed hanno tuttora luogo in molti terreni e nei loro substrati. Nei filtri-serbatoi che costituiscono i sottosuoli freatici si possono ammettere in prima approssimazione fenomenologie analoghe a quelle che la limnologia ha evidenziato per le acque ed i sedimenti lacustri; anche l'esistenza di zone trofogene e di zone trofoliche dev'essere assunta quale ipotesi di lavoro per seguire l'iter dei composti azotati.

I sistemi di potenziale ossido-riducente, dei quali *Mortimer*<sup>1)</sup> ha messo in evidenza la stretta relazione con le situazioni aerobiche ed anaerobiche dei laghi, possono ritrovarsi nei sottosuoli freatici; infatti ne sono tipico esempio i sistemi redox /ammonio-nitriti-nitrati/, /solfati-solfuri/, /composti ferrosi e ferrici/ i quali, unitamente alle condizioni di ossigenazione, di concentrazione di anidride carbonica e di valore pH, conferiscono alle acque caratteristiche tipiche.

Anche da un punto di vista prettamente energetico elettrochimico, quindi escludendo i parametri biologici (sistemi enzimatici microbici), devono essere segnalati come altamente utili gli studi di *Pourbaix*<sup>2)</sup>, che hanno portato all'allestimento di diagrammi di equilibrio rappresentanti i potenziali redox in funzione dei valori pH, con particolare riguardo a quanto interessa il ciclo inorganico dell'azoto, la sua fissazione elettrochimica, la stabilità dei nitriti e la decomposizione dei nitrati.

Le ricerche di base, nell'ambito idroecologico, devono essere sviluppate, ai fini di un inventario e di una gestione globale delle acque del sottosuolo, dando maggior importanza alle indagini microbiologiche pedologiche in sede di sondaggi per la ricerca di acque più « attendibili », non solo dal profilo chimico e batteriologico, ma anche delle quali sia prevedibile l'evoluzione qualitativa, mediante la caratterizzazione biologica globale dei loro bacini naturali di contenimento, anche ai fini della protezione contro le contaminazioni chimiche e biologiche avvenire.

L'azoto apportato ai terreni sotto forma di sostanze organiche di ri-

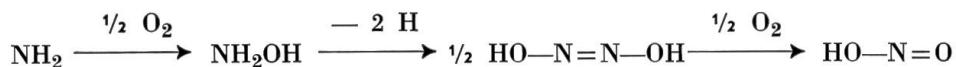
1) *C. H. Mortimer*, Journal of Ecology, Vol. XXIX/2 (1941).

2) *M. Pourbaix*, Atlas d'équilibres électrochimiques, 1963, 499.

fiuto (deiezioni umane od animali, detriti di produzione o di consumo ecc.), subisce le fasi di ammonizzazione e di nitrificazione.

1. *Ammonizzazione*: demolizione delle sostanze azotate organiche ad ammoniaca (ammonio), attraverso le fasi di proteolisi batterica.
2. *Nitrificazione*: trasformazione dell'ammoniaca (ammonio) in nitrato. Tale processo di ossidazione per azione microbica non avviene direttamente<sup>1)</sup>. Esso si svolge invece secondo due processi ben distinti, anche se possono susseguirsi rapidamente, a seconda delle condizioni favorevoli o meno dei substrati e di temperatura. Essi sono :
  - 2.1. *Nitrosazione*: processo enzimatico sostenuto in prevalenza da Nitrosomonas ; è stimolato dalla presenza di ferro trivalente e favorito dalla presenza di carbonati alcalino-terrosi, i quali esercitano azione neutralizzante (tampone) sull'acidità che si forma nel corso di tale processo ed in tal modo forniscono, nel contempo, l'anidride carbonica necessaria ai microorganismi quale unica fonte di carbonio utilizzabile, in quanto la presenza di sostanze organiche non azotate, e specialmente di amidi e di cellulosa, inibisce notevolmente il processo enzimatico.  
La tensione di ossigeno dev'essere moderata ; l'optimum di temperatura è situato tra 30 e 35°C.

Le formulazioni chimiche proposte per tale processo sono le seguenti<sup>1)</sup> :



od anche

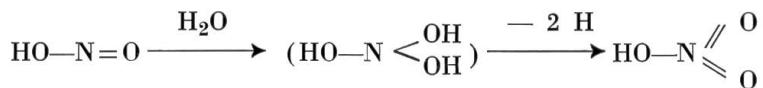


- 2.2. *Nitricazione*: processo enzimatico, che segue di regola immediatamente la nitrosazione, sostenuto da Nitrobacter ; è catalizzato da molibdeno (ed in misura minore anche da boro, tungsteno e vanadio) ; il valore pH optimum varia da 6,5 a 7,8. Favoriscono il processo i carbonati ed i fosfati, mentre lo rallentano l'ammoniaca ed i nitrati in eccesso, come pure i solfati ed i cloruri. I batteri nitricanti sono meno sensibili di quelli nitrosanti alla presenza di sostanze organiche.

---

1) O. Verona, Microbiologia agricola, 1966, 214 e seg., 223 e seg.

Le formulazioni chimiche proposte per la nitricazione si possono ridurre alle seguenti :

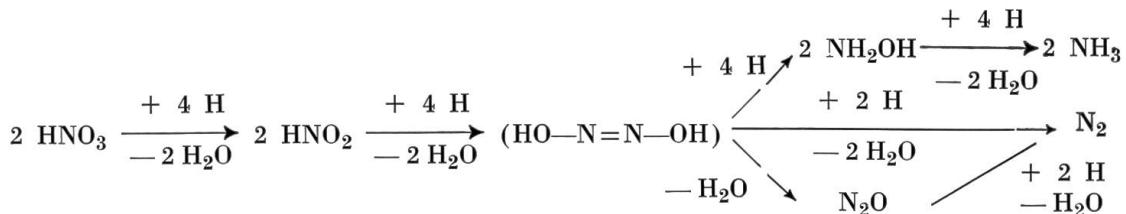


oppure



**Diminuzioni di azoto nitrato** nei terreni sono possibili per *Denitrificazione* : processo essenzialmente anaerobico, il quale porta direttamente, oppure passando per la fase dei nitriti, alla trasformazione dei nitrati con formazione di azoto elementare. Il processo è imperniato sull'attività del *Micrococcus denitrificans* ed entrano in gioco gli enzimi seguenti : una nitrato-riduttasi (cofattore : molibdeno), una nitrito-riduttasi (cofattori : ferro e rame), una iponitrito-riduttasi (con gli stessi co-fattori) ed alcune idrossilamina-riduttasi (cofattore : manganese).

Formulazioni chimiche :



oppure



e l'energia così ottenuta serve ai microorganismi per l'assimilazione di anidride carbonica, quale fonte di carbonio. La denitrificazione libera ioni  $\text{OH}^-$  che modificano il chimismo delle acque. I batteri denitrificanti vivono spesso in simbiosi con batteri cellullosolitici ai quali forniscono  $\text{N}_2\text{O}$  quale fonte di ossigeno, mentre dal canto loro fungono da donatori di idrogeno.

Il richiamo delle nozioni microbiologiche sussunte ci sembra molto utile per l'interpretazione delle caratteristiche delle acque, che subiscono, nella percolazione attraverso i terreni ed i substrati, gli influssi chimici ed i meno indagati (almeno nei laboratori igienistici) influssi redox ed enzimatici citati.

## DEPURAZIONE DELLE ACQUE RESIDUALI DAI NITRATI

Se le indagini analitiche sistematiche del Laboratorio cantonale sono state istituite in primo luogo per fare il punto della situazione quanto alla presenza di nitrati nelle acque del sottosuolo, specialmente in certe zone « calde » dal punto di vista della protezione delle acque, esse devono servire anche quale assunzione di prove a futura memoria per seguire la evoluzione di tali indicatori di eutrofizzazione, sia che intervengano segni di risanamento a dipendenza delle opere di protezione e di depurazione delle acque, sia che le contaminazioni chimiche e biologiche avessero malauguratamente a persistere ed a diventare ancora più subdole, tossicologicamente parlando.

Ma anche la prospettata rialimentazione delle falde freatiche con la infiltrazione di acque aperte o residuali depurate, presuppone, specie per queste ultime, che esse vengano al massimo depurate dai nitrati nel corso dei processi delle stazioni di depurazione. E' ovvio che la terza fase di depurazione, quella chimica, che finora tendeva prevalentemente a ridurre la concentrazione di fosfati allo scarico nell'emissario, venga integrata con un adeguato quanto efficace trattamento denitrificante.

A tal fine sono state studiate in questi ultimi anni diverse tecniche depurative che permettessero una sufficiente eliminazione dei nitrati dalle acque residuali. Tali tecniche si basano sull'azione di batteri facoltativamente aerobi, contenuti nei fanghi attivati evacuati dal bacino di aereazione delle stazioni di depurazione ; quei batteri realizzano la riduzione dei nitrati ad azoto elementare, liberandolo quindi in forma gassosa<sup>1</sup>).

Tuttavia, in base alla documentazione in nostro possesso, le modalità seguite da tali procedimenti non garantiscono una sufficiente eliminazione dell'azoto. Prospettive molto favorevoli apre un procedimento sviluppato in Svizzera, il cosiddetto « procedimento Attisholz »<sup>2</sup>). Esso tiene notevolmente conto del potenziale di ossido-riduzione (funzione del pH e della tensione di ossigeno) e della durata del contatto delle acque residuali con i fanghi attivati. E' stato accertato che a valori superiori a pH 7,0 la denitrificazione è, specie in assenza di ossigeno, completamente inibita.

La denitrificazione in tali condizioni è favorita dalla presenza di zuccheri riduttori, per la cui combustione i microorganismi specifici utilizzano i nitrati (ed i solfati) quale fonte di ossigeno.

Mediante tale procedimento di ben programmata riciclagione delle acque e dei fanghi, viene raggiunta un'eliminazione di almeno il 90 % dell'azoto totale contenuto inizialmente nelle acque residuali. In una seconda fase di denitrificazione viene pure realizzata la flocculazione dei fosfati, mediante aggiunta dei reattivi abituali. Da rilevare che il proce-

1) K. Wührmann, Stickstoff- und Phosphor-Elimination. Ergebnisse von Versuchen im technischen Maßstab, Fortbildungskurs EAWAG, April 1964.

2) Brevetto d'invenzione della Cellulose Attisholz AG, 4703 Luterbach.

dimento di denitrificazione secondo tale sistema non comporta un notevole aumento dei costi di costruzione e d'esercizio delle stazioni di depurazione.

## ADEGUAMENTO DELLE CONCIMAZIONI

Di fronte alle documentate conseguenze sulle acque freatiche e sulle colture di verdura e di ortaggi a seguito di concimazioni irrazionali o comunque spropositate, le pratiche fertilizzanti devono essere sottoposte a verifiche ed a ridimensionamenti qualitativi e quantitativi. Ad esempio le concimazioni di colture di spinaci e d'insalate devono essere praticate in modo che il contenuto di nitrati di tali prodotti non sia superiore a 300 mg NO<sub>3</sub>/kg<sup>1)</sup>.

Dalla raccolta dei dati inerenti alle concentrazioni di nitrati nelle acque di diversi acquedotti ticinesi si deduce che in non poche località le concimazioni intensive sono indiziate, con una probabilità prossima alla certezza, per essere all'origine dell'aumento progressivo dei nitrati nelle acque per uso potabile.

La creazione di zone di protezione con divieti o limitazioni dello spargimento di fertilizzanti sarà certamente di grande efficacia per indagare il fenomeno.

Ma occorre informare gli agricoltori sugli aspetti antieconomici di certe pratiche concimatorie, quali lo spargimento di concimi azotati a base di nitrati, che vengono per lo più rapidamente liscivati ossia dilavati ad opera delle acque meteoriche, degli inaffiamenti e delle irrigazioni, a seconda della natura e della struttura dei terreni e dei sottosuoli<sup>2</sup>).

Molto opportuno in tal senso è l'interessamento dimostrato dal Consiglio dell'Europa, la cui Commissione per l'agricoltura ha rassegnato recentemente un rapporto sull'inquinamento delle acque ad opera dei concimi utilizzati in agricoltura<sup>3</sup>). In tale rapporto si rileva che le ricerche scientifiche di base sono largamente insufficienti e si mette in evidenza che solo l'utilizzazione moderata e razionale dei concimi, ben adattata al suolo, al clima ed alle altre condizioni naturali, può ridurre a proporzioni infime il rischio di inquinamento da concimi. Il rapporto conclude esprimendo la speranza che l'aggiornamento delle conoscenze abbia a contribuire ad una migliore informazione sulle principali cause dell'inquinamento delle acque e ad una ricerca di base intensificata.

---

1) C. Simon - H. Kay - G. Mrowetz, Dtsch. Leb. Mitt. - Rdsch. 61, 75 (1965).

2) Rivista «Terra e Vita», articolo riportato da «Agricoltore Ticinese», 29 dic. 1972.

3) Rapport introductif 10 janv. 1973, Doc. 3236.

*Contenuto di NITRATI nelle acque delle fonti  
di alcuni acquedotti pubblici del Canton Ticino*

<i>Comune</i>	<i>Captazione (fonte)</i>	<i>Nitrati: mg NO<sub>3</sub>/l</i>	<i>Osservazioni (cause)</i>
DISTRETTO DI MENDRISIO			
Arzo	sorgente Perfetta	2,9 (1958)	4,8 (1971)
Balerna	pozzo Bisio	11 (1968)	13 (1972)
	sorgente Gorla	26 (1970)	30 (1972)
	sorgente Pianchetta	38 (1970)	40 (1972)
	sorgente Vescovile	34 (1970)	37 (1972)
Castel			
San Pietro	sorgente Piazzoo	3,4 (1971)	10 (1972)
Chiasso	pozzo Prà Tiro	3,8 (1956)	14 (1972)
	sorgente Rovagina	3,6 (1956)	5,0 (1973)
Capolago	pozzo comunale	0,6 (1959)	0,5 (1972)
Coldrerio	sorgente Valle della Motta	18 (1959)	22 (1972)
Genestrerio	sorgente Prella	18 (1970)	26 (1972)
Ligornetto	sorgenti	8,6 (1970)	14 (1973)
	pozzo San Giuseppe	16 (1970)	24 (1973)
Mendrisio	sorgenti Paolaccio	1,8 (1968)	2,5 (1972)
	pozzo San Martino	7,5 (1961)	15 (1973)
Morbio			
Inferiore	pozzo Polenta	13 (1959)	23 (1973)
Morbio Superiore	sorgenti (vedi Castel S.P.)	26 (1972)	
	sorgente Fontanüscia		
Novazzano	pozzo Topione	6,0 (1970)	12 (1972)
Riva San Vitale	sorgente Riale	2,9 (1970)	2,4 (1972)

<i>Comune</i>	<i>Captazione (fonte)</i>	<i>Nitrati: mg NO<sub>3</sub>/l</i>		<i>Osservazioni (cause)</i>
Stabio	pozzo Lümaghèra	5,2 (1959)	12 (1972)	concimazioni
	sorgente S. Pantaleone	9,0 (1971)	12 (1972)	
	pozzo Dazio	6,6 (1959)	11 (1972)	
Tremona	pozzo Guana	20 (1970)	25 (1972)	concimazioni
Vacallo	pozzo Prà Grand	16 (1959)	19 (1972)	

#### DISTRETTO DI LUGANO

Agno	pozzo Aeroporto (drenaggi)	2,0 (1959)	3,0 (1972)	
Bissone	pozzo comunale	16 (1959)	14 (1972)	
Breganzona	pozzo Molinazzo	11 (1969)	17 (1973)	
Bioggio	pozzo comunale	2,0 (1959)	4,4 (1973)	
Caslano	sorgenti Pura	6,0 (1970)	14 (1972)	dispersioni acque luride
	pozzo comunale (vecchio)	7,2 (1959)	18 (1972)	id.; previsto abbandono impianto
Castagnola	lago Ceresio	1,0 (1970)	3,4 (1973)	
	pozzo Cassarate	22 (1972)		fuori esercizio
Cadempino	pozzo comunale	13 (1963)	13 (1973)	
Gandria	lago Ceresio	1,6 (1959)	2,1 (1973)	
Gentilino	pozzo Orino	5,5 (1963)	6,2 (1972)	
Grancia	pozzo SN vecchio	2,0 (1970)	2,0 (1972)	
Lamone	pozzo Bedano	3,3 (1963)	6,6 (1973)	
Lugano	pozzi Bioggio vecchi	5,5 (1957)	6,8 (1972)	
	pozzo Manno (Lieta)	7,4 (1957)	6,4 (1972)	
	pozzo Manno nuovo	6,0 (1972)		
Maroggia	pozzo comunale	17 (1970)	20 (1972)	
Melide	pozzo comunale	22 (1959)	31 (1972)	dispersioni acque luride

<i>Comune</i>	<i>Captazione (fonte)</i>	<i>Nitrati: mg NO<sub>3</sub>/l</i>		<i>Osservazioni (cause)</i>
Magliaso	pozzo comunale	12 (1971)	14 (1972)	
Montagnola	pozzo Pian Roncate	5,0 (1970)	8,4 (1972)	
Monteggio	pozzo Consorzio Alto e Medio Monteggio	3,6 (1959)	20 (1973)	concimazioni, infiltrazioni riale
Morcote	pozzo Arbostora	16 (1959)	11 (1972)	soppressione dispersioni a.l.
Muzzano	sorgente Teglio	38 (1972)		concimazioni, dispersioni acque luride ; fuori esercizio
Neggio	sorgenti sotto Curio	19 (1972)		dispersioni acque luride
Paradiso	lago Ceresio	1,0 (1970)	1,2 (1972)	
Ponte Tresa	pozzo comunale	2,4 (1970)	9,6 (1972)	dispersioni acque luride ?
Pregassona	pozzo Ruggì	6,2 (1970)	13 (1972)	concimazioni
Pura	sorgente Piazzan (Curio)	24 (1972)	29 (1973)	dispersioni acque luride, concimazioni
Rovio	pozzo a Melano	7,8 (1970)	4,6 (1972)	

#### DISTRETTO DI BELLINZONA

Arbedo-Castione	pozzo nuovo SN	4,6 (1970)	4,2 (1973)	
Bellinzona	pozzo comunale nuovo	10 (1968)	11 (1972)	
Cadenazzo	pozzo scuole	5,0 (1970)	7,0 (1972)	
Camorino	pozzo ex-bonifica	14 (1972)	9,4 (1973)	
Giubiasco	pozzo vecchio	10 (1959)	24 (1972)	dispersioni acque luride
	pozzo nuovo	15 (1970)	15 (1972)	
St. Antonino	pozzo comunale	18 (1970)	23 (1972)	concimazioni

#### DISTRETTO DI LOCARNO

Ascona	pozzo 1	20 (1973)	
	pozzo 2	10 (1973)	

<i>Comune</i>	<i>Captazione (fonte)</i>	<i>Nitrati: mg NO<sub>3</sub>/l</i>		<i>Osservazioni (cause)</i>
Contone	pozzo 3 (nuovo)	12 (1970)	13 (1973)	
	pozzo comunale	2,3 (1970)	5,4 (1972)	
	pozzo Morettina	4,4 (1960)	4,4 (1972)	
	pozzo Monda (Piano di Magadino)	6,2 (1960)	25 (1972)	concimazioni
	pozzo Mappo	24 (1972)	34 (1973)	pozzi perdenti, concimazioni
Tenero-Contra	pozzo Tenero	7,4 (1970)	17 (1973)	concimazioni depositi rifiuti
<b>DISTRETTO DI RIVIERA</b>				
Biasca	pozzo comunale	0,5 (1971)		
	sorgente Marone	0,6 (1971)		
Cresciano	pozzo comunale	9,4 (1972)	17 (1973)	

N.B. Nell'acqua piovana e nella neve sono stati riscontrati contenuti di nitrati da 0,1 a 0,5 mg NO<sub>3</sub>/l.

Le analisi furono eseguite nel reparto acque potabili del Laboratorio cantonale d'igiene a cura del chimico Amadò e delle laborantine Sollero-Peter e Mottini, che qui vogliamo ringraziare per la diligente esecuzione dei dosaggi e per la fattiva collaborazione così data alla presente memoria.

Lugano, 20 febbraio 1973.