

c.n.r. istituto di ricerca sulle acque

Metodi analitici

per le acque

notiziario

ISSN: 0392-1425

Anno 6 - N. 3

Luglio-Settembre 1986

- Determinazione gascromatografica dell'estere n-butilico dell'acido nitrilotriacetico (NTA) in acque superficiali (S. Galassi, T. La Noce e A. De Paolis).
- Possibilità di applicazione della spettrofotometria infrarossa nella determinazione di microinquinanti (A. Liberatori).
- Indice generale del manuale sui «Metodi analitici per le acque»
- Indice generale del manuale sui «Metodi di analisi per acque di mare»

- *Gaschromatographic determination of nitrilotriacetic acid n-butyl ester (NTA) in surface waters (S. Galassi, T. La Noce and A. De Paolis).*
- *Possible applications of infrared spectrophotometry to determine micropollutants (A. Liberatori).*
- *«Metodi Analitici per le Acque» (Handbook for Water Analysis). General Index.*
- *«Metodi di analisi per acque di mare» (Handbook for Seawater Analysis). General Index.*

Notiziario di informazioni scientifico-tecniche dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del C.N.R.
Direzione e Redazione: Istituto di Ricerca sulle Acque. Via Reno, 1 - 00198 Roma - Tel. 06/841451 - Telex IRSAL 614588
Comitato di Redazione: Luigi Campanella, Tullio La Noce, Alfredo Liberatori
Segreteria di Redazione: Mario Barboni - Grafico: Piero Fusco

La riproduzione è autorizzata a condizione che venga citata la fonte:
C.N.R. - ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE - ROMA

Con questo Notiziario trimestrale l'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR intende dare un contributo alla divulgazione ed al trasferimento dei risultati di studi relativi all'ammodernamento ed aggiornamento dei metodi ufficiali di analisi degli inquinanti nelle acque, con riferimento allo sviluppo di nuove tecniche analitiche, alla determinazione di nuovi indici, alla definizione ed ai rimedi per nuove interferenze. In tal senso il Notiziario si rivolge ai laboratori di analisi e controllo pubblici e privati ed ai centri di ricerca specializzati nei settori dell'analisi delle acque ai quali intende fornire un utile strumento di lavoro.

NORME REDAZIONALI

1. Il Notiziario accoglie lavori originali, contributi e comunicazioni a carattere sperimentale e applicativo, reviews e informazioni su attività relative alle metodologie applicate all'analisi delle acque. Inoltre pubblica rubriche speciali dedicate a particolari argomenti di carattere ambientale ivi incluse normative nazionali e comunitarie. I lavori vengono sottoposti per l'approvazione al Comitato di Redazione che provvederà a comunicare agli autori il proprio parere in merito.
2. I testi dei lavori debbono pervenire in originale, dattiloscritti con interlinea due e debbono essere corredati da: 1) il titolo del lavoro; 2) i nomi completi degli Autori e dei rispettivi enti di appartenenza; 3) un breve riassunto (non più di 10 righe) in italiano e in inglese.
3. Il materiale illustrativo deve essere di ottima qualità e consistere in originali disegnati con inchiostro di china su carta non millimetrata, oppure copie eliografiche o fotografiche, oppure fotografie in bianco e nero, possibilmente su carta opaca. Figure (Fig.) e tabelle (Tab.) debbono avere la relativa didascalia, essere numerate progressivamente con numeri arabi e richiamate nel testo. È preferibile non appesantire le figure con scritte esplicative, che trovano migliore collocazione nella didascalia a piè pagina con numerazione di richiamo nella figura.
4. La Bibliografia sarà riportata alla fine del testo e dovrà essere ordinata alfabeticamente indicando, nel seguente ordine, il cognome e le iniziali del nome di tutti gli Autori, l'anno di pubblicazione, possibilmente il titolo dell'articolo, il titolo del periodico, il numero del volume, la prima e l'ultima pagina del lavoro. La Bibliografia dovrà essere citata nel testo indicando il cognome degli Autori e l'anno di pubblicazione di ciascun lavoro. Per l'abbreviazione dei titoli dei periodici si prega di attenersi alle norme internazionali oppure si consiglia di citarli per esteso.

DETERMINAZIONE GASCROMATOGRAFICA DELL'ESTERE N-BUTILICO DELL'ACIDO NITRILOTRIACETICO (NTA) IN ACQUE SUPERFICIALI

S. Galassi*, T. La Noce**, A. De Paolis*

* Istituto di Ricerca sulle Acque - CNR, Brugherio

** Istituto di Ricerca sulle Acque - CNR, Roma

Riassunto

A completamento della metodologia di esterificazione ed analisi dell'acido nitrilotriacetico (NTA) viene descritta la metodologia di preconcentrazione da acque superficiali di questo composto.

L'intera procedura è stata applicata a campioni di acque di fiume. Sono inoltre discussi i vantaggi dell'impiego dell'HRGC per l'analisi dell'NTA in campioni ambientali.

Summary

A preconcentration procedure for the determination of NTA in surface waters is presented. The procedure is an extension of the esterification and gaschromatographic analysis presented previously.

The entire procedure is used to determine NTA in Italian rivers. The advantages of using HRGC for the analysis of NTA in environmental samples are discussed.

1. Introduzione

In una precedente comunicazione [1] era stata descritta la metodologia per l'esterificazione dell'NTA ad estere n-butilico e la sua determinazione analitica mediante gascromatografia con colonne impaccate.

Considerate le basse concentrazioni, che si presume di dover determinare, si ritiene che tale metodologia debba essere integrata da una tecnica di preconcentrazione atta a migliorare la sensibilità analitica.

Inoltre, data la generale complessità dei campioni naturali caratterizzati dalla presenza di molti altri inquinanti organici, interferenti con la determinazione dell'NTA, si è considerata la possibilità di migliorare la selettività dell'analisi gascromatografica mediante impiego delle colonne capillari.

Nella presente comunicazione vengono illustrati la procedura di preconcentrazione dei campioni e i risultati delle prove di recupero eseguite su campioni contenenti NTA in acqua distillata. Vengono inoltre riportati i risultati di alcune determinazioni eseguite su acque superficiali applicando l'intera procedura di preconcentrazione, esterificazione ed analisi gascromatografica dell'NTA.

In relazione alla possibilità d'impiego delle colonne capillari è stata inoltre verificata la linearità di risposta analitica con soluzioni di NTA a concentrazione nota, utilizzando una fase stazionaria debolmente polare (PS-255)

2. Principio del metodo

Campioni d'acqua superficiale o di scarico vengono eluiti su una colonna a scambio ionico e l'NTA viene successivamente recuperato con un piccolo volume di acido formico.

Dopo evaporazione del solvente l'NTA viene successivamente recuperato con un piccolo volume di acido formico.

Dopo evaporazione del solvente l'NTA viene sottoposto alla procedura di esterificazione ed analisi come descritto in precedenza [1].

3. Reattivi

- 3.1 Resine a scambio ionico, anioniche, BIO-RAD, AGI-X2, 50-100 mesh. Grado analitico, sotto forma di cloruro.
- 3.2 Acido formico. Grado analitico.
- 3.3. Azoto anidro PPL.
- 3.4 Acqua distillata.

4 Vetreria

- 4.1 Colonne cromatografiche in vetro (150×5mmDI) con rubinetto in teflon.
- 4.2 Ampolle in vetro da 250 ml con rubinetto e cono normalizzato da raccordare con la colonnina.
- 4.3 Raccordi in vetro da raccordare alle ampolle con gambo porta gomma per l'ingresso dell'azoto.
- 4.4 Palloncini a pera (da circa 25 ml) con cono normalizzato.
- 4.5 Normale vetreria di laboratorio.

5 Apparecchiatura analitica

- 5.1 Gascromatografo FRACTOVAP C. Erba 420, con rivelatore selettivo all'azoto NPD 40.
- 5.2 Colonna in vetro (2m×2mm D.I.) riempita con ULTRABOND R (100-120 mesh).
- 5.3 Colonna capillare in silice fusa (25m×32mm D.I.) rivestita con fase stazionaria PS 255 (spessore 1,9 - 2 μm)
- 5.4 Integratore VARIAN Modello 4270.

6. Condizioni analitiche

6.1 Condizioni per l'analisi su colonna impaccata.

Gas di trasporto: elio 30 ml/min
Gas per il rivelatore: - aria 300 ml/min;
- idrogeno 30 ml/min

Temperature: Iniettore 280°C
rivelatore 300°C
forno 215°C

Volume iniettato: 3 μ l

6.2 Condizioni per l'analisi su colonna capillare:

Gas di trasporto: idrogeno 2ml/min
Modalità d'iniezione: splitter 2,8 ml/min
Gas per il rivelatore: aria 300 ml/min
idrogeno 30 ml/min
elio come gas ausiliario 30 ml/min

Temperature: iniettore 280°C
rivelatore 300°C
forno 240°C

Volume iniettato: 1 μ l

7. Preconcentrazione del campione

La resina a scambio ionico viene mescolata in un bicchierino con acido formico 16 Molare e poi conservata in acido formico 1 Molare.

La sospensione di resina in acido formico 1 Molare viene versata nella colonnina (150×5 mm D.I.) fino ad ottenere un'altezza del letto di resina di circa 5 cm, evitando la formazione di bolle d'aria.

La colonna viene lavata con acqua bidistillata degasata fino a raggiungere il pH dell'acqua bidistillata. Il letto di resine non deve mai andare a secco durante i lavaggi.

I campioni d'acqua dei quali si vuole determinare il contenuto di NTA vengono conservati con formaldeide al 37% aggiungendo un quantitativo pari all'1% del campione (v/v).

Prima del passaggio su colonna i campioni vengono acidificati con acido formico 8 M fino a raggiungere pH 2,3. La CO₂ disciolta viene allontanata scaldando il campione a 80°C in un bagno ad acqua gorgogliando azoto.

Dopo raffreddamento a temperatura ambiente i campioni (100-250 ml) vengono passati sulla colonna lasciando percolare per gravità (flusso circa 2 ml/min.).

Se i campioni sono torbidi sarà necessario rimuovere leggermente i depositi alla sommità della colonna.

Il recupero dell'NTA viene eseguito con acido formico 16 Molare raccogliendo i primi 10 ml di eluato in un palloncino a pera (da circa 25 ml) con cono normalizzato.

L'eluato viene portato a secchezza con evaporatore rotante in leggera depressione scaldando a 85°C.

8. Esterificazione dell'NTA

I campioni e gli standard anidri vengono esterificati nei palloncini a pera chiusi con tappo di vetro a 85°C con Butanolo/HCl 1N con le modalità descritte in precedenza [1].

Anche per le operazioni di recupero dell'estere in n-pentano e per l'esecuzione della retta di taratura si fa riferimento a tale procedura.

9. Prove di recupero

50 μ l della soluzione madre di NTA corrispondenti a 5 μ g sono stati aggiunti a volumi di acqua bidistillata pari a 100, 250 e 500 ml.

Le tre soluzioni acidificate e degassate sono state concentrate su colonna, come descritto al paragrafo 6.

I campioni e gli standard di riferimento sono stati esterificati e analizzati al gascromatografo con colonna impaccata ULTRABOND R.

I recuperi dei primi due campioni (100 e 250 ml) sono risultati pari a 91 e 100% mentre il recupero del terzo campione (500 ml) è risultato inferiore a 50%.

La prova di recupero è stata ripetuta con altri due campioni di 100 e 250 ml ottenendo risultati analoghi (vedi Fig. 1).

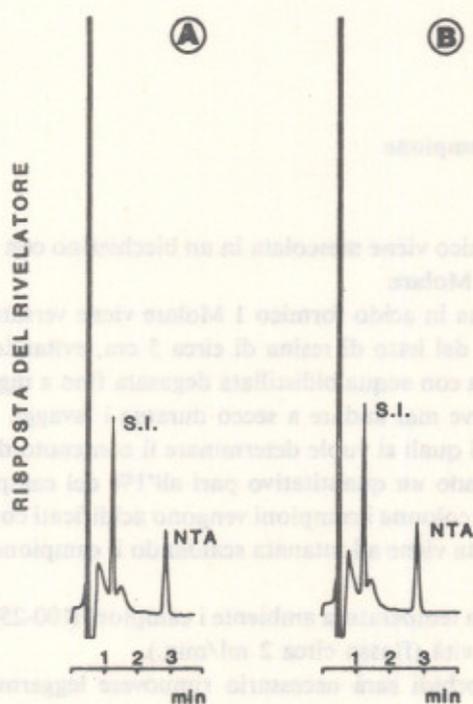


Fig. 1. Gascromatogramma degli estratti di NTA esterificato ottenuti nelle prove di recupero.

S.I. = Standard interno (atrazina)

A = 5 μ g di NTA in 100 ml di acqua distillata

B = 5 μ g di NTA in 250 ml di acqua distillata

10. Determinazione dell'NTA in acque di fiume

Campioni d'acqua del fiume Po a Torino e a S. Nazzano (PC), dell'Adda a Spino (CR) e del Lambro a S. Colombano (MI) sono stati prelevati in superficie e in filo di corrente, in data 18 e 19 marzo 1986.

I campioni, trattati con formaldeide subito dopo il prelievo sono stati trasportati in recipienti di vetro in cassette refrigerate.

Un volume pari a 250 ml di ogni campione, dopo acidificazione con acido formico, è stato eluito su resine a scambio ionico.

L'NTA è stato recuperato con acido formico e sottoposto alla procedura di esterificazione ed analisi, come descritto in precedenza [1].

Le analisi sono state eseguite su colonna impaccata ULTRABOND R. (Fig. 2).

Parallelamente è stata eseguita una retta di taratura con soluzioni standard di NTA esterificato corrispondenti a 1; 2,5; 5 $\mu\text{g/ml}$ di NTA nell'estratto finale in n. pentano. Dalla retta di taratura ($R = 0,9945$) è stato ricavato il fattore di risposta che, moltiplicato per le altezze dei picchi di estere n-butilico di NTA

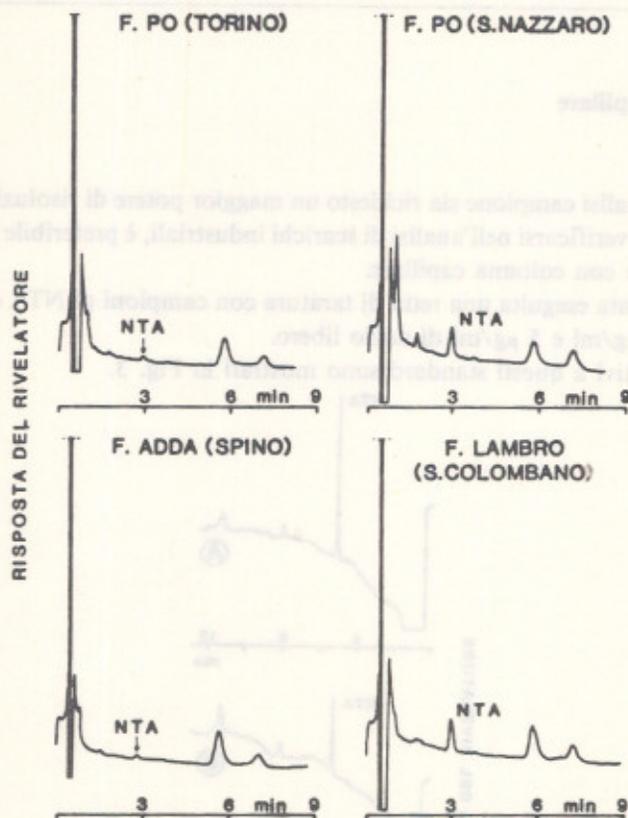


Fig. 2. Analisi di campioni di acqua di fiume.

Volume finale dell'estratto 2ml.

Volume iniettato 3 μl .

negli estratti corrispondenti ai campioni, ha consentito di calcolare la concentrazione di NTA. Noto il rapporto di concentrazione tra volume finale dell'estratto e volume iniziale di acqua di fiume è possibile calcolare la concentrazione di NTA nei campioni (Tab. 1). Per la determinazione quantitativa dell'NTA nei campioni dell'Adda e del Po a Torino, l'analisi è stata ripetuta previa concentrazione dell'estratto pentanico a 1 ml.

Tab. 1 — Valori di concentrazione di NTA riscontrati in acque fluviali

Campione	Data	Concentrazione NTA ($\mu\text{g/l}$)
Po, Torino	18.3.86	1,33
Po, S. Nazzaro (PC)	19.3.86	3,55
Adda, Spino (CR)	19.3.86	0,71
Lambro, S. Colombano	19.3.86	3,91

11. Analisi con colonna capillare

Nel caso in cui per l'analisi campione sia richiesto un maggior potere di risoluzione a causa di picchi interferenti, come potrebbe verificarsi nell'analisi di scarichi industriali, è preferibile l'uso della gascromatografia ad alta risoluzione con colonna capillare.

Per questo motivo è stata eseguita una retta di taratura con campioni di NTA esterificato che corrispondevano a $1 \mu\text{g/ml}$, $2 \mu\text{g/ml}$ e $5 \mu\text{g/ml}$ di acido libero.

I cromatogrammi relativi a questi standard sono mostrati in Fig. 3.

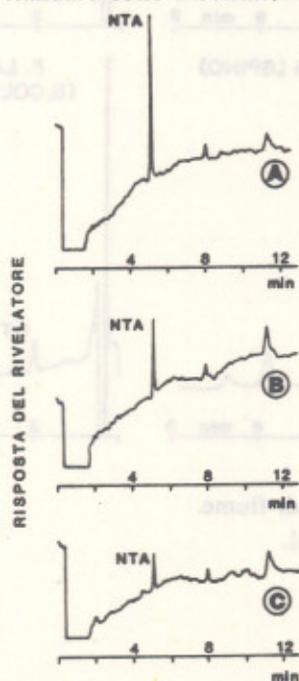


Fig. 3. Analisi su colonna capillare di soluzione standard di NTA esterificato.

- A = $5 \mu\text{g/ml}$
- B = $2,5 \mu\text{g/ml}$
- C = $1 \mu\text{g/ml}$

Il picco dell'NTA è quello con $t_r = 5,16$ min, le altre impurezze comparivano anche nei cromatogrammi eseguiti con colonne impaccate.

Come si può osservare anche nel caso delle colonne capillari esiste una correlazione lineare tra concentrazione dell'estere e altezza dei picchi cromatografici.

La retta di taratura (R30,9985) era la seguente: $y = 12,3469x + 0,6837$ dove $y =$ altezza del picco e $x =$ concentrazione di NTA nell'estratto finale in $\mu\text{g/ml}$.

12. Bibliografia

- [1] GALASSI S., LA NOCE T. e DE PAOLIS A. (1985): «Determinazione gascromatografica dell'estere n-butilico dell'acido nitrilotriacetico (NTA)», *Notiz. Metodi Analitici per le Acque, I.R.S.A.*, **5** (1)
- [2] SCHAFFNER C. e GIGER W. (1984): «Determination of nitrilotriacetic acid in water by high-resolution gas chromatography», *J. Chromatog.*, **312**, 413-421.
- [3] MINISTERO DELLA SANITA' — Decreto 17 giugno 1983. In Gazz. Uff. n° 178 del 30 giugno 1983.

POSSIBILITA' DI APPLICAZIONE DELLA SPETTROFOTOMETRIA INFRAROSSA NELLA DETERMINAZIONE DI MICROINQUINANTI

A. Liberatori

Istituto di Ricerca sulle Acque - CNR, Roma

Riassunto

In questa nota sono riportate alcune importanti applicazioni della spettrofotometria infrarossa nella determinazione di sostanze inquinanti presenti in soluzione acquosa. Sono anche presentate alcune possibilità di impiego di questa tecnica anche ricorrendo a programmi di calcolo.

Summary

In this note some important applications of IR spectrophotometry on pollutants determination in water are reported. Some possible utilizations of this technique even in combination with calculating programs are also reported.

In questi anni crescente è stato l'impiego della spettrometria infrarossa nella determinazione di inquinanti o parametri organici in soluzione acquosa. Anzi, più recentemente l'utilizzazione della trasformata di Fourier ha consentito per la generalità dei composti esaminati il raggiungimento di livelli di sensibilità molto più elevati che nel passato, tanto da suggerire il rivelatore infrarosso a trasformata di Fourier come sistema di verifica, ma anche come alternativa per lo spettrometro di massa.

In questo lavoro, comunque, l'accento sarà posto sulle possibilità di impiego della spettrometria infrarossa classica allo scopo di fornire una utile informazione sui composti rivelabili e di suggerire temi di sviluppo futuro. I più frequenti campi di applicazione di questa tecnica sono la determinazione di classi di sostanze organiche e di inquinanti specifici. Nel seguito si ritiene opportuno soffermarsi sulla classe degli oli minerali e degli oli e grassi animali e vegetali, sulle classi di sostanze organiche in generale e su alcuni inquinanti specifici.

1. Oli minerali e grassi e oli animali e vegetali

La tecnica spettrofotometrica infrarossa consente la determinazione degli oli minerali e dei grassi e degli oli animali e vegetali in soluzione acquosa attraverso la misura dell'assorbanza a un fissato numero

d'onda comune alla stragrande maggioranza dei composti da determinare.

Per oli minerali generalmente si intendono «i materiali *estratti* con un adatto solvente (tetracloruro di carbonio, triclorotrifluoroetano, etc.) da un campione acidificato, *non trattenuti* su un adatto adsorbente (silice, allumina, etc.) e *rivelabili* all'infrarosso a un prefissato valore di numero d'onda».

Allo stesso modo vengono definiti grassi e oli animali e vegetali «i materiali *estratti* con un adatto solvente (tetracloruro di carbonio, triclorotrifluoroetano, etc.) da un campione acidificato, *trattenuti* su un adsorbente (silice, allumina, etc.) e *rivelabili* all'infrarosso a un prefissato valore di numero d'onda».

Le tecniche per la determinazione di queste classi di sostanze sono riportate nelle più note raccolte di metodi standard.

Gli «Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater» (A.P.H.A., 1980) prevedono l'estrazione con triclorotrifluoroetano e la lettura della soluzione organica a 2.930 cm^{-1} (grassi e oli animali e vegetali + oli minerali). La separazione dei grassi e oli animali e vegetali viene effettuata con gel di silice, 60-200 mesh.

Lo stesso metodo viene adottato dall'«Environmental Protection Agency» (E.P.A., 1979) con la sola differenza che il numero d'onda della lettura è 2.950 cm^{-1} e dalla «American Society for Testing and Material» (A.S.T.M., 1981) con la sola differenza che il gel di silice ha una granulometria compresa tra 100 e 200 mesh.

Il metodo proposto dalla «Food Agricultural Organization» (F.A.O., 1975) prevede l'estrazione con tetracloruro di carbonio, l'utilizzazione dell'allumina come adsorbente e la lettura a tre differenti valori di numero d'onda (2.960 , 2.925 e 2.850 cm^{-1}) dai quali deve essere calcolato il valore medio.

Numerosi sono i lavori proposti nel passato in questa materia. Dei lavori pubblicati recentemente ne citeremo solamente un paio: il primo riguarda l'impiego della spettrofotometria infrarossa per la stima di idrocarburi in soluzione acquosa e l'influenza di vari parametri sulla misura; il secondo descrive un metodo molto sensibile per la determinazione di oli minerali in acque potabili, basato, per l'estrazione, sull'impiego di tetracloruro di carbonio purificato con allumina ultrapura e, per la rivelazione, sull'espansione della scala delle ordinate (5 volte) con un tempo di scansione di 60 minuti.

2. Materiale organico

Nel punto precedente abbiamo parlato di oli e grassi animali e vegetali e di oli minerali, la cui definizione è basata sulle proprietà chimico-fisiche di questi composti.

La tecnica spettrofotometrica infrarossa consente anche la caratterizzazione di materiale organico presente in un campione d'acqua.

È stata messa a punto un'apparecchiatura con rivelatore infrarosso con la quale i composti organici in soluzione acquosa, dopo decomposizione del carbonio inorganico per acidificazione, vengono determinati come CO_2 generata dall'ossidazione spinta con radiazioni ultraviolette.

Altri autori hanno utilizzato la spettrofotometria infrarossa per la caratterizzazione di materiale organico in acque fluviali. Sono state impiegate ad esempio resine di amberlite per separare composti di varia natura o composti di interazione con ioni rame e cadmio.

Un altro lavoro descrive l'impiego della spettrofotometria infrarossa per studiare la composizione di acque di scarico durante la depurazione biologica.

Infine è stato suggerito l'impiego di un programma di calcolo per la caratterizzazione della sostanza organica mediante spettrofotometria infrarossa descrivendo la sostanza organica stessa mediante i gruppi funzionali e le loro relative percentuali di presenza. Il metodo è stato applicato, verificato con sostanze campione e controllato per la funzione aromatica e per quella alifatica.

3. Inquinanti specifici

In questi ultimi anni presso il nostro Istituto sono state studiate le possibilità d'impiego della spettrofotometria infrarossa per la determinazione in acqua di inquinanti specifici. È stata scelta la zona compresa tra 2.000 e 2.500 cm^{-1} nella quale sono comprese le transizioni di tripli legami, doppi legami tra atomi di carbonio e atomi di azoto o solfo.

Sono stati proposti lavori per la determinazione del solfuro di carbonio mediante misura dell'assorbanza a 2.160 cm^{-1} di una soluzione in tetracloruro di carbonio, utilizzato per l'estrazione. Nello stesso lavoro è stata segnalata la risposta di alchini e isocianati.

In un altro lavoro è proposta la determinazione selettiva di tiocianati organici e inorganici; nel primo caso è sufficiente effettuare l'estrazione dei tiocianati con tetracloruro di carbonio e la lettura della soluzione a 2.150 cm^{-1} , mentre nel secondo caso occorre preparare il metilderivato mediante reazione con dimetilsolfato.

Attualmente sono in fase di avanzata elaborazione metodologie per la determinazione di altri inquinanti in soluzione acquosa (nitrili, isocianati, isotiocianati, etc.).

4. Bibliografia

APHA, AWWA, WPCA (1980): «Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater» APHA, XV ED. Washington.

ASTM (1981): «Book of standards», Philadelphia.

BRAMSOE S., (1983, Publ. 1984): Nyt Miljøstyr. Referencelab. Kem. Vandnalyseomraade, 15:83, 36-49.

DUVE H., (1983): Ger. offen. De 3, 223, 167 (CL GO IN33/18), 19 pp., Appl. 22 Jun. 1982; 22 Dec. 1983.

EPA (1979): «Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes» EPA 600/4-79-020 Cincinnati.

FAO (1975): «Manual of Methods in Aquatic Environmental Research» Part 1 Rome.

FOSSATO V.U. e LIBERATORI A. (1984): Quad. Ist. Ric. Acque, 59, 420.2.

GETSEN I.T., BACHURIN B.A. e KATACHNIKOVA I.G. (1979, Publ. 1982): Isled. Obl. Org. Hidrogeokhim. Neftegaronosn. Basseinov (Water. Vses. Semin.), 3rd, 156-60.

LA NOCE T., LIBERATORI A. e ROLLE E. (1981): Ann. Chim. (Roma).

LIBERATORI A., LA NOCE T., LORETI L. e PETTINE M. (1985): J. of Env. Anal., Chem. 22.

LIBERATORI A. (1984): Quad. Ist. Ric. Acque, 11, Notiz. 4,3.

LIBERATORI A. e MININNI G. (1984): Quad. Ist. Ric. Acque, 11, Notiz. 4,4.

MAGGI L., STELLA R. e CICERI G. (1984): Ann. Chim. (Rome) 74, 257-67.

ROCHAT J., ALBERT P. e ALARY J. (1983): Bull. Farm. Soc. Pharm. Lyon.

INDICE GENERALE DEL MANUALE SUI "METODI ANALITICI PER LE ACQUE" (*)

Codice	Metodo	Anno di pubbl. su volume	Anno di pubbl. su scheda
Sezione A - (Parte generale)			
• A-001	Strutture, attrezzature e reattivi di laboratorio	1984	—
• A-002	Lineamenti di tecniche analitiche	1983	—
• A-003	Metodi di campionamento	1977	—
• A-004	Elaborazione dei risultati	1983	—
Sezione B - (Determinazione di parametri fisici e chimico fisici)			
B-001	pH	1972	1981
B-002	Temperatura	1972	1979
B-003	Colore	1972	1980
B-004	Materiali sedimentabili	—	1979
B-005	Materiali in sospensione	—	1979
B-006	Conducibilità	1972	—
B-007	Salinità	—	—
B-008	Odore	1972	—
B-009	Torbidità	1972	—
Sezione C - (Determinazione di metalli e di specie metalliche)			
C-001	Alluminio	1972	1981
C-002	Argento	1972	—
C-003	Arsenico	1972	1983
C-004	Bario	1972	1980
C-005	Berillio	1972	—
C-006	Boro	1972	1982
C-007	Cadmio	1972	1986
C-008	Calcio	1972	—
C-009	Cromo (VI)	1972	1982
C-010	Cromo (III)	1972	1982
C-011	Ferro	1972	1980
C-012	Litio	1972	—
C-013	Magnesio	1972	—
C-014	Manganese	1972	1980
C-015	Mercurio	1972	1986
C-016	Molibdeno	—	—
C-017	Nichel	1972	1980
C-018	Piombo	1972	1979-1984
C-019	Potassio	1972	—
C-020	Rame	1972	1980
C-021	Selenio	1972	1986
C-022	Sodio	1972	—
C-023	Stagno	1972	1981
C-024	Zinco	1972	1980
C-025	Cromo totale	1972	1982

(segue)

(*) I metodi analitici sono in vendita presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendite, Piazzale Aldo Moro, 7 - 00185 Roma (Tel. 4993255). La spedizione viene effettuata con pagamento contro assegno.

(*) I metodi indicati sono pubblicati in volume.

Segue: Indice generale sui «Metodi Analitici per le Acque»

Codice	Metodo	Anno di pubbl. su volume	Anno di pubbl. su scheda
Sezione D - (Determinazione di sostanze e parametri inorganici non metallici)			
D-001	Acidità e basicità	1972	
D-002	Azoto ammoniacale	1972	1981-1983
D-003	Azoto nitroso	1972	1981
D-004	Azoto nitrico	1972	
D-005	Biossido di carbonio	1972	
D-006	Solfuri	1972	1984
D-007	Cianuri	1972	1980
D-008	Cloro	1972	
D-009	Cloruri	1972	1979
D-010	Fluoruri	1972	1983
D-011	Fosforo	1972	1981
D-012	Ossigeno disciolto	1972	
D-013	Silice	1972	
D-014	Solfati	1972	1979
D-015	Solfiti	1972	1983
Sezione E - (Determinazione di sostanze e parametri organici)			
E-001	Azoto albuminoideo	1972	
E-002	Azoto organico	1972	
E-003	Sostanze oleose totali	1972	1984
E-004	Oli minerali	—	1984
E-005	Grassi e oli animali e vegetali	—	1984
E-006	Carbonio organico	1972	
E-007	Richiesta chimica di ossigeno (COD)	1972	1981
E-008	Richiesta biochimica di ossigeno (BOD)	1972	1982
• E-009	Pesticidi clorurati	1978	—
• E-010	Pesticidi fosforati	1982	—
• E-011	Policlorodifenili	1981	—
• E-012	Policloroterfenili	1981	—
E-013	Tensioattivi non ionici	1972	1979
E-014	Fenoli	1972	1979
E-015	Aldeidi	—	1978
E-016	Solventi aromatici	—	1984
E-017	Tensioattivi anionici	1972	1983
E-018	Solventi organici clorurati	—	1978
Sezione F - (Determinazione di parametri biologici e microbiologici)			
F-001	Saggio di tossicità	1972	
F-002	Coliformi totali	1972	
F-003	Coliformi fecali	1972	
F-004	Streptococchi fecali	1972	

(*) I metodi indicati sono pubblicati in volume.

INDICE GENERALE DEL MANUALE SUI «METODI DI ANALISI PER ACQUE DI MARE» (*)

Codice	Metodo	Anno di pubblicazione
—	Indicazioni generali	
—	Fattori di conversione e di calcolo	
—	Campionamento	
100	Caratteristiche chimico- fisiche	
110	Trasparenza	1984
120	Temperatura	
130	Colore	
140	Salinità	1983
150	Materiale in sospensione	1984
160	pH	
170	Ossigeno disciolto	
200	Specie metalliche	
210	Alluminio	
215	Argento	
220	Arsenico	
225	Cadmio	1983
230.3	Cromo	1984
235	Ferro	1983
240	Manganese	
245	Mercurio	
250	Nichel	1983
255	Piombo	1983
260	Rame	1983
265	Selenio	1983
270	Zinco	
300	Specie inorganiche non metalliche	
310	Azoto ammoniacale	1984
315	Azoto nitroso	
320	Azoto nitrico	
325	Azoto totale	
330	Fosforo ortofosfato solubile	1982
340	Fosforo totale	1982
350	Silice	1983
400	Composti organici	
410	Fenoli	
420	Oli minerali	1984
430	Tensioattivi anionici	
440	Composti organo-alogenati	
440.1	Pesticidi clorurati	1986
500	Saggi biologici e microbiologici	
510	Coliformi totali	1983
520	Coliformi fecali	1983
530	Streptococchi fecali	1983
540	Salmonelle	1984
550	Enterovirus	
600	Prove di tossicità	
610	Saggio di ittiotossicità	

(*) I metodi sono pubblicati a scheda e sono in vendita, con il relativo raccoglitore, presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendite, Piazzale Aldo Moro, 7 - 00185 Roma (Tel. 4993.255). La spedizione viene effettuata con pagamento contro assegno.

