

c.n.r. istituto di ricerca sulle acque

Metodi analitici

per le acque

notiziario

ISSN: 0392-1425

Anno 11 - N. 2

Aprile-Maggio 1991

- Determinazione dell'acido nitrilotriacetico (NTA) per cromatografia ionica (L. Olori, V. Cannavale, A. Chiusano).
- Indice generale del manuale sui «Metodi analitici per le acque»
- Indice generale del manuale sui «Metodi di analisi per acque di mare»

- *Determination of nitrilotriacetic acid (NTA) by ion chromatography* (L. Olori, V. Cannavale, A. Chiusano).
- «Metodi Analitici per le Acque» (Handbook for Water Analysis). General Index
- «Metodi di analisi per acque di mare» (Handbook for Seawater Analysis). General Index

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

ISSN 0382-1428

Acque Maggiori 1991

Anno 11 - N. 2

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 nel settore dell'analisi delle acque ai quali intende fornire un utile strumento di lavoro. Le metodologie che vengono proposte per la determinazione di inquinanti non potranno, in ogni caso, essere considerati ufficiali finché non verranno recepite nel Manuale IRSA «Metodi Analitici per le acque».

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 DELL'ACIDO NITRILOTRIACETICO (NTA) PER CROMATOGRAFIA IONICA*

L. Olori*, V. Cannavale**, A. Chiusano**

*Istituto Superiore di Sanità, viale Regina Elena n. 299 - 00161 Roma

**Centro Studi Sanità Militare Esercito, via S. Stefano Rotondo n. 4 - 00184 Roma

Riassunto

In questo lavoro viene presentato un metodo semplice e rapido per la determinazione dell'acido nitrilotriacetico nelle acque mediante cromatografia ionica.

Summary

A ion chromatographic method for the determination of nitrilotriacetic acid in waters is presented.

Introduzione

L'arricchimento eccessivo delle acque superficiali da parte di nutrienti è emerso negli ultimi anni come uno dei più importanti problemi legati alla qualità delle acque.

La necessità di apportare concrete riduzioni del livello di tripolifosfati (TPF) nei detersivi ha determinato lo sviluppo di significativi lavori di ricerca concernenti l'impiego di sostituti alternativi.

Molti sostituti sono stati studiati ma in termini reali solo due alternative sono emerse al TPF: il silicato sodico cristallino (zeolite di tipo A) ed il sale trisodico dell'acido nitrilotriacetico. Le zeoliti sintetiche hanno avuto notevole sviluppo sia in Germania che negli U.S.A.; sono materiali solidi delle dimensioni di 1-7 μ e sono dotate di capacità di scambio ionico per gli ioni calcio presenti nell'acqua dura, ma sono molto meno efficaci per gli ioni magnesio. Esse rimangono in sospensione nel processo di lavaggio e l'eventuale problema ambientale riguarda sia la loro effettiva rimozione nei processi di trattamento degli scarichi sia la loro rideposizione in parte «non voluta» nel sistema di scarico. Chiaramente a seconda della quantità del prodotto usato nella formulazione possono contribuire al peso totale dei fanghi prodotti e quindi ai costi di smaltimento. L'uso corrente della zeolite nei detersivi si aggira sulle 250.000-300.000 ton/anno, il 75% di questo impiego spetta al Nord-America, il restante 25% è ripartito tra Germania,

* Il metodo in questione non raggiunge i livelli di sensibilità del metodo gascromatografico messo a punto da Galassi et al. pubblicato sul Notiziario dei Metodi Analitici anno 5 n. 1 del 1985 e anno 6 n. 3 1986, risultando comunque di semplice e rapida esecuzione.

I metodi proposti in questo Notiziario non sono da considerare «metodi ufficiali» ai sensi del DPR 319/76 e successive modificazioni, al più costituiscono metodi tentativi per i quali si gradirebbe ricevere eventuali osservazioni e proposte di modifica.

Olanda, Belgio, Italia e Svizzera.

L'impiego delle zeoliti nei detersivi è, nel nostro come in altri paesi, in crescente aumento come risultato di pressioni legislative e politiche, non certamente tecnologiche per le quali il problema resta irrisolto a causa di limitazioni nel ciclo di lavaggio.

L'NTA invece è un prodotto chimico che ha avuto una storia alterna per quanto concerne il suo impiego e intorno al quale esiste ancora grande incertezza. Fu introdotto come builder per detersivi prima in Nord-America, alla fine degli anni 60-70, dove era stata approntata una capacità produttiva di circa 60.000 ton/anno. Nel 1970 negli Stati Uniti l'introduzione dell'NTA nelle formulazioni detersivi fu volontariamente sospesa dalla «USA Surgeon General» sulla base di evidenze sperimentali sulle possibili proprietà teratogene di questo composto. In Canada, a causa di problemi di eutrofizzazione dei grandi laghi, il contenuto di TPF nei detersivi per bucato fu ridotto al 34% (20% P_2O_5) e successivamente all'8,5% (5% P_2O_5), mentre contemporaneamente fu aumentata la percentuale di NTA rispettivamente dal 6 al 25% per mantenere inalterate le prestazioni di lavaggio. Il solo paese dove l'NTA è stato usato in quantità significative, nei detersivi, è la Svezia anche se non è mai stato ufficialmente approvato stante un accordo tra l'Ufficio di Protezione Ambientale e l'industria dei detersivi in dipendenza del quale non doveva essere superato il livello di 1.900 ton/anno attualmente ridotto a 500 ton/anno.

L'Italia ha concesso in via del tutto sperimentale l'uso di 2.000 ton/anno di NTA con un provvedimento legislativo (D.M. 15 febbraio 1982) successivamente sospeso per una serie di considerazioni di ordine tecnico-scientifico (ritardi nei programmi di monitoraggio previsti dalla legge 7/86).

Il problema di un impiego futuro dell'NTA nei detersivi è stato oggetto di studio da parte del «Sub Committee on Oversight and Foreign Commerce of the House of Representatives» dell'«Imperial College London» i quali hanno espresso perplessità sulla biodegradazione dell'NTA e preoccupazioni sui dati canadesi da estrapolare a realtà europee.

Infatti il Canada, diversamente dall'Europa, dispone di enormi risorse idriche e non ha bisogno di utilizzare le acque superficiali a scopo potabile e inoltre gran parte dei suoi effluenti risultano notevolmente diluiti allo scarico grazie alle notevoli portate dei propri fiumi. I dati sul comportamento dell'NTA nelle acque canadesi evidenziano che mentre le rimozioni medie negli impianti a fanghi attivi sono accettabili, nel caso di fanghi di risulta da detti impianti, esistono indicazioni di variabilità sulla degradazione dell'NTA.

Il problema è quindi di definire fino a che punto le basse concentrazioni riscontrate nell'acqua potabile (2,82 ppb) siano il risultato della biodegradazione e non siano invece da collegare alle successive diluizioni. L'NTA non degradato può esercitare effetti tossici sull'ambiente attraverso la rimobilizzazione di metalli pesanti sequestrati in forme più o meno stabili nei sedimenti. Volendo quantificare i valori di NTA nelle acque attesi, ipotizzando un suo utilizzo nei detersivi in ragione del 15% si otterrebbe una concentrazione negli scarichi domestici di 20-30 mg/L che nelle condizioni del «giorno di bucato» potrebbe raggiungere 50-60 mg/L. Assumendo che la biodegradazione sia del 90% (dato più favorevole rilevato in Canada) si dovrebbero avere negli effluenti concentrazioni medie di 2-3 mg/L e, considerando una diluizione da 1 a 8 dopo lo scarico, la concentrazione nelle acque superficiali dovrebbe superare i 200 $\mu\text{g/L}$, cioè due ordini di grandezza in più di quello che si ha in Canada. Un simile calcolo non tiene conto di diversi fattori che potrebbero determinare valori più elevati, quali le variazioni di biodegradabilità con le variazioni di temperatura, i carichi idraulici agli impianti, la formazione di complessi stabili dell'NTA con metalli pesanti che possono non essere biodegradabili, le più alte concentrazioni che possono aversi nel «giorno di bucato». In queste condizioni esiste un reale motivo di preoccupazione circa l'uso dell'NTA nei detersivi in quanto tale sostanza, come detto, risulta essere un moderato carcinogeno ed un forte complessante dei metalli. Da qui la necessità di effettuare ulteriori ricerche su:

- a) effetti sugli organismi acquatici
- b) concentrazione su acque costiere e superficiali

- c) analisi dell'NTA
- d) degradazione
- e) processi di depurazione
- f) effetti sui trattamenti di potabilizzazione.

Il contributo di questo lavoro riguarda la messa a punto di una tecnica analitica per cromatografia ionica semplice e rapida in quanto consente l'iniezione diretta del campione, utile per un piano di sorveglianza e di controllo delle acque del nostro Paese.

1. Principio del metodo

Il metodo si basa sulla reazione di complessazione tra il ferro e l'NTA, previa filtrazione del campione. Il chelato (FeNTA) è rilevato spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 330 nm.

2. Campo di applicazione

Il metodo è applicabile per concentrazioni superiori a 70 µg/L.

3. Interferenze

Nelle condizioni operative di analisi possono interferire i metalli pesanti (Co, Ni, Cu, Zn, Pb e Hg) e gli ortofostati. Queste interferenze possono essere eliminate usando come eluente acido nitrico sopra puro opportunamente diluito (6.6).

4. Campionamento e conservazione

Il prelievo e la conservazione del campione devono essere effettuati in accordo con quanto previsto nei «Metodi di campionamento delle acque» (IRSA, 1977).

5. Apparecchiatura

5.1 Vetreria: normale vetreria da laboratorio.

Tutta la vetreria deve essere accuratamente lavata con acido nitrico (6.4), risciacquata con acqua bidistillata (6.1) ed asciugata.

5.2 Matracci tarati da 100, 1000, 2000 ml.

5.3 Pipette a doppia tacca da 5, 10, 15, 25 e 50 ml.

5.4 Becher da 50 ml.

5.5 Siringhe monouso da 5, 10 ml.

5.6 Cromatografo ionico Dionex 2000i munito di rilevatore spettrofotometrico a filtri con micro-cella.

5.7 Colonna per cromatografia ionica HPIC-AS7.

5.8 Precolonna per cromatografia ionica AG 7.

5.9 Colonna per preconcentrazione del campione Dowex 1x8, 50-100 mesh o equivalente.

5.10 Reattore di post-colonna (PCR).

6. Reattivi

Tutti i reattivi devono essere reagenti puri per analisi tali che una prova in bianco non dia interferenze.

6.1 *L'acqua* deve essere bidistillata con apparecchiatura completamente di vetro oppure distillata e successivamente deionizzata e deve essere assolutamente esente da metalli.

6.2 *Acido nitrilotriacetico sale trisodico monoidrato* $N(CH_2COONa)_3 \cdot H_2O$ PM 275.12, Purezza 98%.

6.3 *Ferronitrato idrato* $(Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O)$ PM 404.00.

6.4 *Acido nitrico* soprapuro concentrato al 69,0-70,5%, $d = 1.41 - 1.42$.

6.5 *Acido perclorico* concentrato 70%, $d = 1.66$.

6.6 *Acido nitrico diluito 50 mM*

Si prelevano circa 6,4 ml di HNO_3 (6.4) e si introducono in un matraccio da 2000 ml. Si porta a volume con acqua bidistillata.

6.7 *Idrossido di sodio 1N*

Una fiala a titolo noto di sodio idrossido è portata a volume in un matraccio da 1000 ml con acqua bidistillata.

6.8 *Idrossido di sodio 0,1N*

10 ml della soluzione (6.7) vengono introdotti in un matraccio da 100 ml e portati a volume con acqua bidistillata.

6.9 *Soluzione concentrata di ferronitrato* $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 10 g/L

Porre in essiccatore alcuni grammi di $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$. Pesare 20 g di $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ e trasferirli quantitativamente in un matraccio da 2000 ml. Si aggiungono 20 ml di acido perclorico (6.5) e si porta a volume con acqua bidistillata. La soluzione è stabile per un mese a 4°C.

6.10 *Soluzione diluita di ferronitrato 0,5 g/L*

Si prelevano 50 ml della soluzione concentrata di ferro nitrato (6.9) si aggiungono 22.9 ml di acido perclorico (6.5) e si porta a volume in un matraccio da 1000 ml con acqua bidistillata.

Questa soluzione va inserita nel PCR (5.10). La soluzione è stabile per una settimana a temperatura ambiente.

6.11 Soluzione standard di NTA (1000 mg/L)

Porre in essiccatore alcuni grammi di $\text{NTA Na}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Pesare 1,625 grammi di prodotto essiccato e trasferirli quantitativamente in un matraccio da 1000 ml. Sciogliere e portare a volume con acqua bidistillata. Dalla soluzione madre per diluizione (100 mg/L, 10 mg/L) si prepara la soluzione da 1 mg/L. Dalla soluzione di 1 mg/L per diluizione successiva con acqua bidistillata si preparano le soluzioni da 500, 400, 250, 100 e 50 $\mu\text{g/L}$. La soluzione concentrata è stabile per un mese a 4°C.

Le soluzioni diluite sono stabili a temperatura ambiente per 3 + 4 giorni*.

7. Procedimento

Il campione, preventivamente filtrato su filtro a fibra di vetro, viene iniettato nel cromatografo tenendo conto delle condizioni di cui al punto 7.1.

7.1 Condizioni operative di analisi

| | |
|--------------------------------------|---|
| Eluente | acido nitrico sopra puro 50 mM (6.6) |
| Reagente | soluzione di ferro nitrato in acido perclorico (vedi nota a in appendice) |
| Flusso eluente | 0,5 ml/min |
| Flusso reagente | 0,108 ml/min |
| Flusso totale | 0,608 ml/min |
| Pressione pompa | 450-480 PSI |
| Pressione PCR | 0-10 U.A. |
| Loop | 260 μl o TAC (vedi nota b) |
| Colonna | HPIC AS7 |
| Precolonna | PIC AG7 |
| Precolonna | HPIC NG1 (vedi nota c) |
| Tempo di ritenzione | 10 min |
| Velocità di carta | 0,5 cm/min |
| AFS | 0,05 |
| Tensione di ingresso al registratore | 100 mV. |

8. Calcoli

Il calcolo della concentrazione si effettua impiegando il metodo dello standard esterno confrontando le aree del picco del campione con quella della soluzione di taratura utilizzando la formula:

$$C (\mu\text{g/L}) = \frac{A_c C_s}{A_s}$$

* N.B. Tutte le soluzioni di cui ai punti dal (6.6) al (6.11) vanno filtrate su filtro a fibra di vetro

dove:

C = concentrazione del campione in $\mu\text{g/L}$; Ac = area del campione;
Cs = concentrazione dello standard in $\mu\text{g/L}$; As = area dello standard.

9. Precisione e accuratezza

Si è riscontrata una buona linearità nel range di concentrazioni 100-500 $\mu\text{g/L}$, con un coefficiente di correlazione $r=0,9987$.

Il recupero alla concentrazione di 250 $\mu\text{g/L}$ è stato del 90% con una deviazione standard $\pm 12,7$ ed un coefficiente di variazione $CV=5\%$.

Il limite di rivelabilità calcolato su cinque determinazioni è risultato pari a 70 $\mu\text{g/L}$.

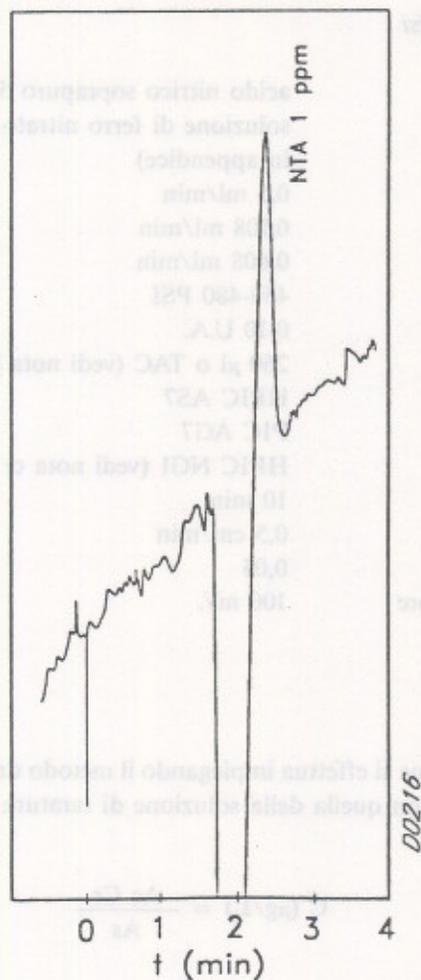


Fig. 1 - Cromatogramma di un'acqua di scarico con aggiunta esterna di NTA (1 ppm)

Appendice

- a) Per concentrazioni di NTA dell'ordine dei mg/L (acque di scarico) la soluzione di ferro nitrato in acido perclorico deve essere la seguente: 50ml della soluzione di ferro nitrato nove idrato (6.9) + 30 ml di HClO₄ (6.5) e si porta a volume con acqua bidistillata in un matraccio da 1000 ml.
Per concentrazioni di NTA dell'ordine dei µg/L (acque potabili) la soluzione di ferro nitrato deve essere: 50,7 ml della soluzione di ferro nitrato nove idrato (6.9) + 23,3 ml di HClO₄ (6.5) e si porta a volume con acqua bidistillata in un matraccio da 1000 ml.
- b) Se si usa come Loop il TAC controllare prima dell'iniezione il pH del campione che deve essere rigorosamente mantenuto tra 4,1 e 4,4. Nel caso in cui si vogliono raggiungere sensibilità elevate per iniezione diretta (50-100 µg/L), soprattutto se il campione viene preconcentrato su colonna Dowex, le correzioni del pH vanno effettuate con NaOH 0,01 o con HNO₃ 0,01N circa.
- c) L'uso dell'NGI come precolonna ha la proprietà di trattenere le sostanze organiche ma soprattutto migliora la risposta del segnale perché non crea problemi di frazionamento.

Bibliografia

- AUE W.A. et al. (1972): «The determination of part per billion levels of citric acids and nitrilotriacetic acids in tap water and sewage effluents», *J. Chromatogr.*, **72**, 259.
- FITCHETT A. & WOODRUFF A. (1983): «Determination of polyvalent anions by ion chromatography», *Liquid Chromatography and HPLC Magazine*, March.
- GUERRIERI F. & BUCCI G. (1985): «Differential pulse polarographic determination of nitrilotriacetic acid in natural waters and wastewater effluents», *Analytical Chimica Acta*, **167**, 393.
- RUDLING L. (1971): «Determination of nitrilotriacetic acid», *Water Research*, **5**, 831-838.
- SCHAFFNER C. & GIGER W. (1984): «Determination of nitrilotriacetic acid in water by high resolution gaschromatography», *Journal of chromatography*, **312**, 413-421.
- SRIVASTAVA S.P. et al. (1979): «Representative chromatography separations of some metal ions on nitrilotriacetic acid impregnated thin layer plates», *Anal. Letters* **12(A2)**, 169-174.

(segue)

(*) I nomi delle aziende e dei prodotti sono marchi registrati delle rispettive aziende. La riproduzione è vietata senza permesso scritto dalla casa editrice.

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 | 1988 |
| C-002 | Argento | 1972 | |
| C-003 | Arsenico | 1972 | 1983 |
| C-004 | Bario | 1972 | 1980 |
| C-005 | Berillio | 1972 | 1990 |
| C-006 | Boro | 1972 | 1982 |
| C-007 | Cadmio | 1972 | 1986 |
| C-008 | Calcio | 1972 | 1986 |
| C-009 | Cromo (VI) | 1972 | 1982 |
| C-010 | Cromo (III) | 1972 | 1982 |
| C-011 | Ferro | 1972 | 1980 |
| C-012 | Litio | 1972 | 1986 |
| C-013 | Magnesio | 1972 | 1986 |
| 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 | 1986 |
| C-020 | Rame | 1972 | 1987 |
| C-021 | Selenio | 1972 | 1986 |
| C-022 | Sodio | 1972 | 1986 |
| C-023 | Stagno | 1972 | 1987 |
| 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 | 1986 |
| 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.

(*) I metodi sono pubblicati a scheda e sono in vendita con il relativo regolamento presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendite, Via Salaria 101 - 00135 Roma (Tel. 4991331). La spedizione viene effettuata con pagamento contro assegno.

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 | |
| Caratteristiche chimico-fisiche | | |
| 100 | | |
| 110 | Trasparenza | 1984 |
| 120 | Temperatura | |
| 130 | Colore | |
| 140 | Salinità | 1983 |
| 150 | Materiale in sospensione | 1984 |
| 160 | pH | |
| 170 | Ossigeno disciolto | |
| Specie metalliche | | |
| 200 | | |
| 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 | |
| Specie inorganiche non metalliche | | |
| 300 | | |
| 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 |
| Composti organici | | |
| 400 | | |
| 410 | Fenoli | |
| 420 | Oli minerali | 1984 |
| 430 | Tensioattivi anionici | |
| 440 | Composti organo-alogenati | |
| 440.1 | Pesticidi clorurati | 1986 |
| Saggi biologici e microbiologici | | |
| 500 | | |
| 510 | Coliformi totali | 1983 |
| 520 | Coliformi fecali | 1983 |
| 530 | Streptococchi fecali | 1983 |
| 540 | Salmonelle | 1984 |
| 550 | Enterovirus | |
| 560 | Adenosintrifosfato (ATP) | 1988 |
| 570.1 | Clorofilla | 1990 |
| Prove di tossicità | | |
| 600 | | |
| 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.