

014

c.n.r. istituto di ricerca sulle acque

Metodi analitici

per le acque

notiziario

ISSN: 0392-1425

Anno 3 - N. 1

Gennaio 1983

- Nuovo metodo per la determinazione dei solidi sospesi nelle acque e nelle acque di scarico (E. Cardarelli, M. Di Carlo e A. Pupella)
- Metodo per la valutazione della accettabilità degli effluenti a salinità uguale o inferiore all'acqua di mare (R. Marchetti e D. Calamari)
- Indice generale del Manuale sui «Metodi Analitici per le Acque»

- *A new method for the determination of suspended solids in water and wastewater (E. Cardarelli, M. Di Carlo and A. Pupella)*
- *Method for the evaluation of the acceptability of effluents at salinity level of brackish-or sea-water (R. Marchetti and D. Calamari)*
- «Metodi Analitici per le Acque» (Handbook for Water 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 IRSAI 614588
Comitato di Redazione: Luigi Campanella, Tullio La Noce, Alfredo Liberatori
Segreteria di Redazione: Mario Barboni, Giuliana De Giovanni, Ornella Malaguti - 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, il titolo dell'articolo, l'abbreviazione 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.

NUOVO METODO PER LA DETERMINAZIONE DEI SOLIDI SOSPESI NELLE ACQUE E NELLE ACQUE DI SCARICO (*)

Enrico Cardarelli, Mario Di Carlo e Angelo Pupella
Istituto di Chimica Analitica - Università di Roma

Riassunto

Viene proposto un nuovo metodo per la determinazione dei solidi sospesi nelle acque e nelle acque di scarico. Il metodo è basato su una preventiva omogeneizzazione del campione che permette di effettuare numerose determinazioni sullo stesso campione. In questo modo è possibile ridurre di molto gli errori commessi nella determinazione dei solidi sospesi.

Summary

A new method for determination of suspended solids in water and wastewater is proposed. The method is based on a sample homogenization which makes possible many determinations on the same sample. By this way it is possible to minimize errors on the determination of suspended solids.

Introduzione

La determinazione dei solidi sospesi presenti in un liquido viene considerata, nei processi di trattamento delle acque, di notevole rilevanza; infatti, ai fini della salvaguardia dell'ambiente idrico, questa determinazione riveste un'importanza di poco inferiore a quella dell'ossigeno disciolto. Se si prendono in considerazione poi le masse di solidi che sono poste in giuoco anche in un solo impianto di depurazione di media portata (200.000 + 250.000 m³/giorno di acque trattate), la determinazione dei solidi sospesi assume rilevante importanza non solo ai fini del controllo delle acque di risulta e della loro compatibilità con i corpi idrici riceventi, ma soprattutto ai fini di un puntuale controllo dell'impianto medesimo.

Si rileva inoltre che, allo stato attuale, i metodi proposti per la determinazione dei solidi sospesi, che prevedono una sola determinazione gravimetrica su un campione prelevato e grossolanamente omogeneizzato per semplice agitazione o per successivi travasi da un recipiente all'altro, sono afflitti da notevoli errori. Detti errori, come si rileva in letteratura (1-4), sono dell'ordine di grandezza di circa il 10%.

Detti errori potrebbero sembrare trascurabili, tenuto anche conto che le determinazioni vengono eseguite da personale non eccessivamente qualificato, se non si trattasse poi di risalire, dai dati analitici ottenuti in laboratorio, al contenuto di solidi sospesi presenti in un impianto di depurazione; si comprende quindi che questa determinazione deve essere spinta, in precisione e accuratezza, a valori più elevati possibile, fermo restando lo sforzo di proporre metodi semplici e di facile applicazione.

(*) Lavoro svolto con il contributo dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del C.N.R.

Questa proposta di metodo necessita di una premessa strettamente correlata al problema della scelta del campionamento più idoneo, vista la possibilità di applicazione del metodo stesso ad acque di qualsiasi origine, con un contenuto di solidi sospesi compreso nell'intervallo $0.5 + 40$ g/L. È possibile l'applicazione del metodo anche a sospensioni con più alto contenuto di solidi, purché sia possibile, con un campionamento adeguato, rispettare rigorosamente le condizioni di perfetta omogeneizzazione del campione.

Descrizione del metodo

Il metodo per la determinazione dei solidi sospesi totali proposto si basa su un campionamento eseguito in conformità a quanto stabilito dal metodo I.R.S.A.; sul trasferimento quantitativo del campione di acqua prelevato in un apparecchio di omogeneizzazione; sul prelevamento di volumi noti della sospensione mediante pipette tarate a riempimento rapido sotto aspirazione; sul trasferimento quantitativo dei volumi prelevati in provette da centrifuga precedentemente portate a costanza di peso a 105°C , impaccamento del solido, allontanamento del sopranatante, essiccazione e pesata.

Apparecchio di omogeneizzazione

L'apparecchio è costituito da un recipiente cilindrico in vetro della capacità di 2000 o 3000 ml, posto su di un agitatore elettromagnetico, recante sul fondo una ancorotta magnetica rivestita di teflon; all'interno dei recipienti cilindrici vengono posti parallelepipedi di perspex solidali con i rispettivi coperchi, le cui dimensioni ed il cui posizionamento sono illustrati nello spaccato di Fig. 1.

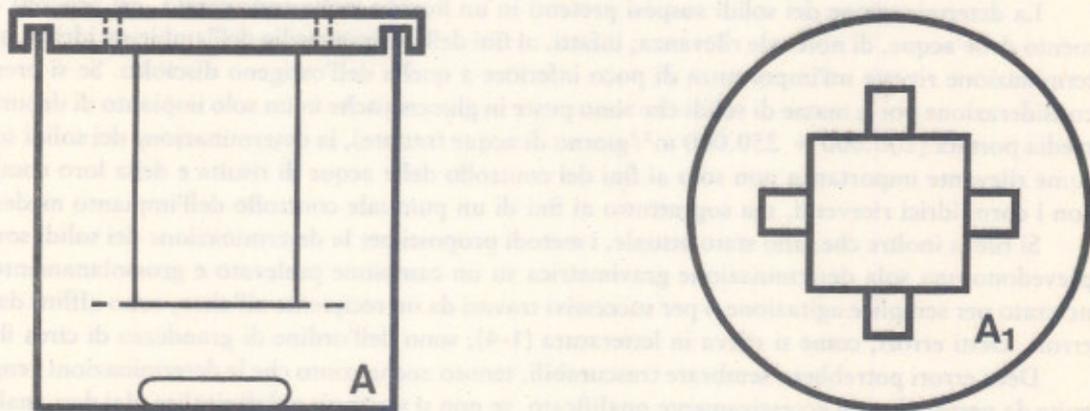


Fig. 1 - A: Spaccato del recipiente di omogeneizzazione con inserito il parallelepipedo di perspex solidale con il coperchio.

A₁: Recipiente di omogeneizzazione: vista superiore.

L'intero apparecchio in assetto di funzionamento è illustrato dalla Fig. 2.

La funzione del parallelepipedo immerso nella sospensione è quella di rompere il vortice centrale creato dall'agitazione dell'ancoretta e di costringere la sospensione a disporsi in uno spazio ristretto costituito da una parete cilindrica e da quattro spigoli; all'interno di questo volume ristretto le particelle solide sono costrette a subire moti tumultuosi in senso orizzontale e verticale e, statisticamente, si distribuiscono in modo omogeneo all'interno del volume a disposizione.

Pipette di prelevamento

La caratteristica peculiare di queste pipette (Fig. 3), fatte realizzare su nostro disegno, è quella di avere due rubinetti in teflon a tre vie, che consentono di effettuare prelevamenti rapidi sotto aspirazione mediante collegamento con un sistema da vuoto costituito da una pompa ad acqua. Le pipette inoltre hanno la caratteristica di avere dei fori di entrata abbastanza larghi (circa 4 mm) che consentono di effettuare prelievi da sospensioni in cui siano presenti solidi a granulometria molto variabile e/o molto elevata.

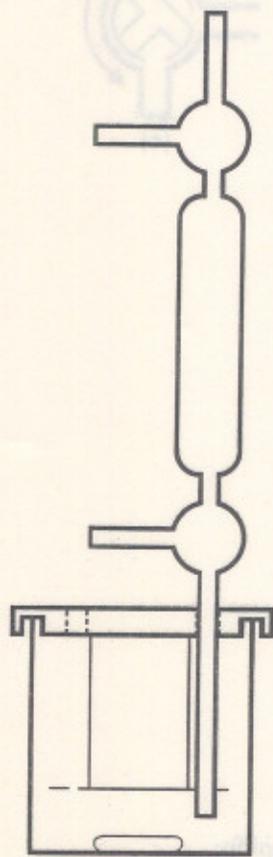


Fig. 2 - Apparecchiatura di omogeneizzazione completa di pipetta per il prelevamento rapido sotto aspirazione

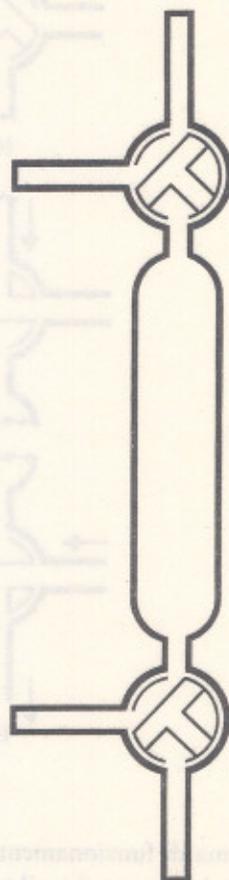


Fig. 3 - Pipetta di prelevamento rapido sotto aspirazione

Nella Fig. 4 viene descritto il funzionamento delle pipette: il loro collegamento con il sistema da vuoto, l'immissione nell'omogeneizzatore per il prelievo, la chiusura della pipetta, il lavaggio dei condotti e il trasferimento quantitativo della sospensione prelevata.

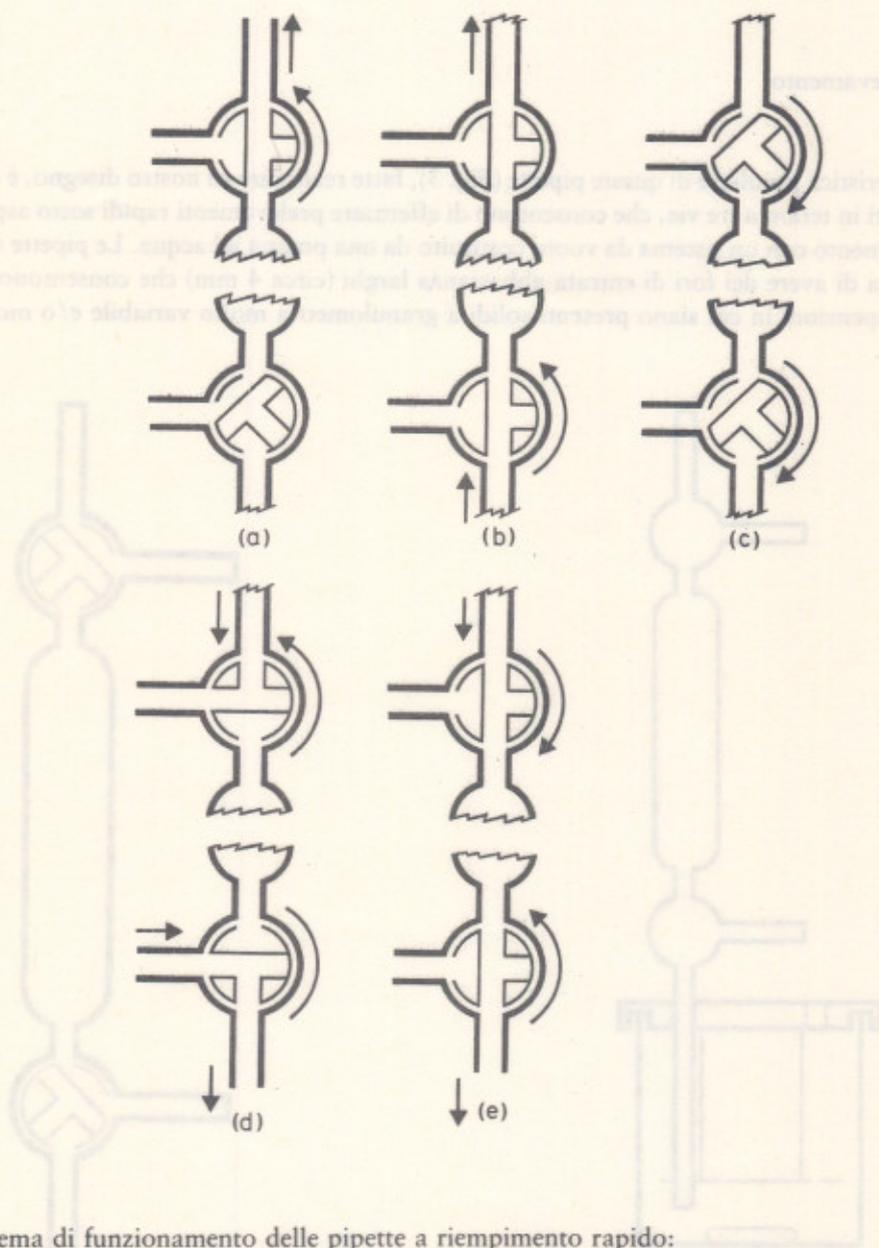


Fig. 4 - Schema di funzionamento delle pipette a riempimento rapido:

- a: posizione per fare il vuoto nella pipetta;
- b: posizione per il prelievo del campione;
- c: posizione di chiusura dei rubinetti;
- d: posizione di lavaggio dei tubi di entrata e di uscita;
- e: posizione per lo svuotamento della pipetta.

Parte sperimentale

A) Materiali e apparecchiature

Nel presente metodo viene usata normale vetreria da laboratorio e comuni piccole apparecchiature da laboratorio: matracci tarati, provette da centrifuga, agitatore elettromagnetico, centrifuga, stufa termostata, bilancia tecnica, bilancia analitica.

Per la preparazione delle sospensioni standard è stata usata Terra di Follone della BDH. Tutte le sospensioni sono state preparate usando acqua deionizzata.

B) Procedimento analitico

Il metodo è stato controllato mediante la preparazione di sospensioni standard a contenuto noto di solidi sospesi, utilizzando sia Terra di Follone, sia fango proveniente da impianti di depurazione urbani, essiccato a 105°C e tritato grossolanamente.

Detti solidi, essiccati a peso costante, sono stati pesati e trasferiti quantitativamente in un matraccio tarato rispettivamente da 500 ml o da 1000 ml a seconda dell'apparecchio di omogeneizzazione usato (2000/3000 ml).

Il contenuto del pallone, dopo vigorosa agitazione, viene trasferito rapidamente nel recipiente di omogeneizzazione; si lavano accuratamente il tappo e le pareti del collo del matraccio con acqua deionizzata e si riporta a volume; si agita vigorosamente e si trasferisce rapidamente il liquido nell'omogeneizzatore. Si pone il parallelepipedo all'interno della sospensione e si avvia l'agitazione elettromagnetica (= 500 giri/min). Dopo 30 min si possono iniziare i prelievi mediante le pipette a riempimento rapido. Si trasferisce quantitativamente il volume di sospensione prelevato in tubi da centrifuga precedentemente portati a peso costante a 105°C. Si centrifuga a circa 4500 giri/min per 15 ÷ 20 min; si decanta cautamente il sovrantante e si porta a costanza di peso a 105°C.

La quantità di solidi sospesi totali presenti in un campione di sospensione viene calcolato tramite la formula:

$$\text{solidi totali (g/l)} = (W_2 - W_1) \frac{1000}{V} f$$

Dove: W_1 = peso provetta
 W_2 = peso provetta + solido
 V = volume prelevato
 f = fattore di diluizione (*)

Risultati

Nella Tab. 1 sono riportati i risultati delle prove effettuate sulle sospensioni standard preparate utilizzando sia Terra di Follone sia fango proveniente da impianto di depurazione urbano.

(*) Detto fattore varia in funzione dei lavaggi quantitativi effettuati sul recipiente di prelievamento.

Ogni valore trovato è il risultato della media calcolata su venti prelievi da 25 ml effettuati nell'apparecchio di omogeneizzazione.

Il metodo è stato quindi provato su campioni reali di sospensioni, prelevati dalla vasca di aereazione e dalla vasca di miscelazione e ispessimento dell'impianto di depurazione urbano Tiburtino-Roma Est.

I risultati delle determinazioni sono riportati nella Tab. 2. In questo caso su ogni campione sono stati effettuati dieci prelievi da 50 ml nell'apparecchio di omogeneizzazione.

Tab. 1 - Risultati delle prove effettuate sulle sospensioni standard

Campione	Volume campionato (l)	Volume omogeneizzatore (l)	f	Volume prelevato dall'omogeneizzatore (ml)	Valore teorico g/l	Valore trovato \pm SD g/l	RSD %
Terra Follone	1	2	2	25	1.148	1.16 \pm 0.01	1.0
Terra Follone	1	2	2	25	4.880	4.89 \pm 0.02	0.4
Terra Follone	1	2	2	25	18.588	18.63 \pm 0.03	0.2
Fango essiccato	1	2	2	25	3.896	3.86 \pm 0.04	0.8
Fango essiccato	1	3	3	25	15.661	15.63 \pm 0.08	0.2

Tab. 2 - Risultati delle determinazioni effettuate su campioni reali

Campione 1:	1 litro di sospensione della vasca di aereazione Omogeneizzatore da 3 litri f = 3 Volume prelevato nell'omogeneizzatore: 50 ml Concentrazione: 5.4 \pm 0.05 g/l Valore trovato: 89.66 \pm 0.8 mg/50ml Errore: \pm 0.9%
Campione 2:	1 litro di sospensione della vasca di miscelazione e ispessimento Omogeneizzatore da 3 litri f = 3 Volume prelevato nell'omogeneizzatore: 50 ml Concentrazione: 20.90 \pm 0.04 g/l Valore trovato: 349.0 \pm 3.0 mg/50ml Errore: \pm 0.2%

Conclusioni

Il metodo proposto è sostanzialmente diverso dai metodi normalmente adottati in quanto ci permette di ottenere il dato dei solidi sospesi presenti in un'acqua eseguendo più determinazioni su uno stesso campione.

L'errore che si commette in questo modo viene minimizzato e, come si può vedere dai risultati ottenuti sui campioni reali (vedi Tab. 2), è sempre inferiore all'1%.

Come detto nella premessa, avere un dato dei solidi sospesi così accurato è giustificato dall'esigenza che deriva da chi utilizza questi dati per tradurli operativamente in termini di gestione di impianti di depurazione.

Nella messa a punto del metodo, inoltre, l'aver trovato la possibilità di rendere perfettamente omogeneo il campione, ci permette di usare l'apparecchio di omogeneizzazione anche per studi sui fanghi di risulta provenienti da impianti di depurazione. Prelevando infatti quantità note di fango e mettendole nell'omogeneizzatore in presenza di opportune soluzioni, è possibile, ad esempio, utilizzare l'apparecchiatura per studiare la mobilità dei metalli pesanti presenti in un fango e per poter effettuare qualsiasi prova di cessione di qualsiasi sostanza da parte dei fanghi stessi.

Bibliografia

- (1) Department of Scientific and Industrial Research. *Notes on Water Pollution*, N. 25 (1964).
- (2) APHA, AWWA, WPCF: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1965).
- (3) W.P.C.F.: *Simplified Laboratories Procedures for Wastewater Examination* Publ. n. 18 (1968).
- (4) AWWA, APHA, WPCF: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, (1971).

Si sottopone all'attenzione della Comunità scientifica, interessata ai problemi analitici, il presente metodo allo scopo di ricevere osservazioni e suggerimenti sull'applicabilità a campioni di acque di diversa provenienza.

METODO PER LA VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEGLI EFFLUENTI A SALINITA' UGUALE O INFERIORE ALL'ACQUA DI MARE

Roberto Marchetti e Davide Calamari

Istituto di Ricerca sulle Acque - Reparto Sperimentale di Brugherio (Milano)

Riassunto

Tra i vari parametri previsti dalle tabelle dei limiti di accettabilità allegata alla legge 650/79 è indicato anche il saggio di tossicità con le condizioni essenziali in cui esso deve essere effettuato per effluenti ad acque dolci. Per quelli ad acque salmastre e marine, la legge incarica l'Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) di provvedere alla stesura di un metodo idoneo alle diverse condizioni di salinità.

A tale fine l'IRSA ha ritenuto opportuno istituire una Commissione che, sulla base di indagini bibliografiche e sperimentali, ha redatto un rapporto che sarà oggetto di una prossima pubblicazione. Di tale rapporto si espone qui nel seguito la metodologia proposta che costituisce la parte essenziale del medesimo.

Summary

Italian law 650/79 lists a series of various parameters in the Table of Acceptability Limits annexed thereto. Among those foreseen is a toxicity test and the prescribed conditions under which it is to be used for low salinity effluents. For brackish and seawater, the law entrusts IRSA (the Water Research Institute) with the task of drawing up a method suitably applicable to different salinity samples.

To this end, IRSA saw fit to institute a Commission which has now compiled — and will soon publish — a report on the basis of bibliographic and experimental investigations. The following briefly outlines the methodology proposed.

1. Premessa

Si intendono per effluenti a salinità uguale o inferiore all'acqua di mare quelli con contenuto di cloruri superiore a 1.200 mg/l e inferiore o uguale a quello massimo misurato nelle acque costiere che fungono da recettore, durante almeno un periodo di un anno.

1.1 Generalità

Valgono le considerazioni generali di cui al punto 1 del «Metodo per la valutazione della accettabilità degli effluenti» riportato in appendice alle «Prove di tossicità», parte quinta, vol. III, dei Metodi di Analisi per le acque, IRSA, 1973.

Inoltre si sottolinea che il saggio esposto nel seguito non si applica alle acque di salinità superiore a quella del mare (si può accettare al massimo un'eccedenza dell'ordine di grandezza di 5 unità per mille).

1.2 Principio del metodo

Il metodo consiste nel valutare il numero di individui della specie *Liza aurata* o, in subordine, *Poecilia reticulata*, previamente acclimatati per la salinità, sopravvissuti dopo un periodo di 24 ore di contatto con un campione dell'effluente di cui deve essere certificata l'accettabilità, in condizioni sperimentali standard e ad un'unica diluizione (1 + 1).

2. Raccolta e conservazione dei campioni

La quantità minima di campione necessario per la prova è di 5 litri. Per eventuali repliche e per la possibilità di perdite durante la preparazione delle diluizioni, sarà più opportuna la raccolta di un volume di 10 litri. L'utilizzazione del liquido in esame dovrà essere il più possibile immediata; altrimenti se ne raccomanda la conservazione a 4°C.

3. Apparecchiature

3.1 Sistemi per il mantenimento degli animali prima delle prove

Le prove dovranno essere precedute da un periodo di stabulazione e acclimatazione degli animali, operazioni queste che richiedono la disponibilità di vasche di dimensioni adeguate al numero di animali, equipaggiate per il riciclo dell'acqua su filtro (a sabbia o a carbone) e fornite di riscaldatore (o refrigeratore) termoregolabili e areatori. Le temperature di mantenimento e di acclimatazione sono: 18-22°C per *L. aurata* e 21-25°C per *P. reticulata*.

Animali eventualmente provenienti da acque più calde o più fredde, vanno portati gradualmente alle temperature citate.

Indicativamente un volume di almeno 100 litri può ritenersi sufficiente per la stabulazione di 100 *L. aurata* e di 50 litri per 100 *P. reticulata* in condizioni di riciclo e areazione.

3.2 Apparecchiature per le prove

Per ogni campione in esame è sufficiente disporre di una vasca della capacità di 10 litri, più una seconda vasca identica per la prova di controllo. Quest'ultima, nel caso di più campioni a eguale salinità, potrà essere unica. Diversamente ogni campione dovrà essere allestito con il rispettivo controllo ad eguale salinità.

Anche per le prove, in qualche caso, sarà necessario predisporre di un diffusore d'aria che potrà essere rappresentato da una pietra porosa di materiale inerte.

Le vasche per le prove devono essere termoregolabili ad un maggiore livello di precisione: per prove con *L. aurata* a 20 ± 1 e per *P. reticulata* a $23 \pm 1^\circ\text{C}$.

4. Acqua di diluizione

Come liquido di diluizione può essere utilizzata sia acqua di mare prelevata di recente in zone sicuramente non inquinate, sia acqua di mare artificiale preparata con sali commerciali nelle proporzioni naturali (sale marino integrale) aggiunti ad acqua deionizzata o distillata, se necessario dechlorata.

L'acqua di mare così preparata dovrà essere areata fino a saturazione prima dell'uso.

5. Animali per il saggio

Gli organismi utilizzati per il saggio sono *Liza aurata* Risso, 1810 e *Poecilia reticulata* Peters, 1859. La prima specie corrisponde al «cefalo dorato» o «muggine». È comune lungo tutte le coste italiane e reperibile presso diverse piscicoltura in valle. La seconda corrisponde invece ad un pesce d'acquario denominato comunemente «guppy» o «lebistes», ed è facilmente acquistabile anche allo stadio giovanile presso i grossisti o i dettaglianti di pesci ornamentali.

La specie *P. reticulata* dovrà essere impiegata solo quando *L. aurata* non sia reperibile.

Le lunghezze corporee richieste per il saggio e misurate dall'inizio del capo al peduncolo caudale sono le seguenti:

L. aurata: 4-8 cm

P. reticulata: 2 cm circa.

Gli ambiti indicati, soprattutto nel caso di *L. aurata*, tengono conto della possibilità di reperire durante l'anno, lotti di dimensioni diverse. È comunque necessario che per ogni prova vengano utilizzati individui di lunghezza il più possibile simile.

Per quanto riguarda *P. reticulata* la dimensione è stata scelta allo scopo di evitare l'impiego di femmine in grado di riprodursi.

Per ogni prova occorre poter disporre di almeno 20 animali di cm 10 da usare come controllo.

6. Mantenimento degli animali

Gli animali, che dovranno essere sani e non utilizzati in prove precedenti, verranno mantenuti, dopo il loro arrivo in laboratorio, sotto osservazione per almeno 7 giorni, al fine di controllare le mortalità naturali, alle seguenti condizioni:

L. aurata. Questa specie va mantenuta in acqua di mare in ricircolo continuo (con filtrazione su sabbia o carbone) alla temperatura di $18-22^\circ\text{C}$ e costante areazione.

Durante il periodo di mantenimento gli animali dovranno essere alimentati almeno una volta al giorno con mangime artificiale.

L'alimentazione dovrà essere sospesa un giorno prima della prova.

P. reticulata. Questa specie va mantenuta in acqua dolce in acquari a riciclo continuo (filtro a sabbia o carbone) alla temperatura di 21-25°C e costante areazione.

Per l'alimentazione vale quanto sopra.

7. Acclimatazione

Dopo il periodo di almeno 7 giorni di controllo possono essere avviate le operazioni di acclimatazione alla salinità.

In linea generale è consigliabile che ciascun laboratorio predisponga lotti di pesci acclimatati alla salinità rilevata più di frequente tra gli effluenti da saggiare.

Quando la salinità di tali effluenti risulti molto variabile si dovranno acclimatare lotti di animali alle seguenti salinità: (*)

L. aurata: due lotti, uno al 18‰ e uno al 6‰ (oltre a un terzo lotto mantenuto in acqua di mare). Per il 18‰ gli animali verranno trasferiti direttamente dall'acqua di mare a questa salinità ed ivi mantenuti per 3 giorni prima delle prove in condizioni di normale mantenimento (alimentazione, temperatura, ossigenazione e riciclo). Per il 6‰ si preleverà il numero di animali necessario fra quelli già acclimatati al 18‰ trasferendoli a questa salinità ed ivi mantenendoli per almeno 6 giorni prima della prova in condizioni di normale mantenimento.

P. reticulata: tre lotti, uno al 6‰, uno al 18‰ ed un terzo al 36‰. Per il 6‰ gli animali verranno trasferiti direttamente dall'acqua dolce e mantenuti alla salinità indicata per 3 giorni prima delle prove. Per il 18‰ si procederà al trasferimento a questa salinità del numero necessario di animali già acclimatati al 6‰ mantenendoveli per 3 giorni prima delle prove. Per il 36‰ si effettuerà un ulteriore trasferimento a questa salinità utilizzando animali acclimatati al 18‰, mantenendoveli per altri 3 giorni prima delle prove.

Per entrambe le specie dovrà essere controllata, durante il periodo di acclimatazione, la mortalità naturale. Di norma quest'ultima non supera il 10% nel primo passaggio di salinità, ma può arrivare al 20% nel successivo. Queste percentuali possono essere considerate accettabili.

8. Procedimento

Si determina la salinità del campione. Si predispongono, se necessario, la salinità dell'acqua di diluizione (15 litri) allo stesso grado di salinità del campione.

Si diluiscono 5 litri del campione con 5 litri di acqua di diluizione ad eguale salinità.

Si regola la temperatura a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ (*L. aurata*) o $23 \pm 1^\circ\text{C}$ (*P. reticulata*).

Prima del saggio, per una durata di circa 2 ore, si areano le vasche di prova (campione diluito e controllo) fino a portare la saturazione di ossigeno almeno al 70%.

Durante la prova l'alimentazione è sospesa (si rammenta che gli animali devono essere digiuni 24 ore prima del saggio) mentre può essere mantenuta una moderata areazione qualora il campione presenti una

(*) I valori di salinità riportati nel seguito sono indicativi di un ambito che, per le maggiori salinità, può essere anche del $\pm 5\%$; per quelle intermedie del $\pm 2\%$ e per le più basse del $\pm 1\%$ per entrambe le specie. Anche i tempi indicati sono da considerare come minimi e, se necessario, possono essere prolungati di 1-2 giorni.

relativa richiesta di ossigeno (al termine della prova la saturazione non deve essere inferiore al 30%). Nel caso di campioni ad elevata richiesta di ossigeno, la condizione iniziale (70%) e quella finale (non meno del 30%) potrebbero non essere soddisfatti.

In questi casi si consiglia di sospendere il saggio: in pratica quest'ultimo potrebbe risultare superfluo ai fini del giudizio di accettabilità in quanto il campione risulterebbe già inaccettabile per altri parametri (per es. BOD e COD).

8.1 Saggio con *L. aurata*

Quando si disponga di animali della specie *L. aurata* di dimensioni il più possibile eguali, 10 di essi vengono trasferiti nel campione in esame dalla vasca alla massima salinità o da quelle di acclimatazione al 18 e al 6‰ con il seguente criterio:

- a) per campioni a salinità compresa tra quella del mare ed il 30‰ si utilizzano animali mantenuti in acqua di mare;
- b) per campioni a salinità compresa tra il 30 e il 12‰, si utilizzano animali acclimatati al 18‰;
- c) per campioni a salinità inferiore al 12‰ si utilizzano animali acclimatati al 6‰.

Altrettanti animali (10) vengono trasferiti per la prova di controllo in 10 litri di acqua di diluizione operando, per quanto riguarda la scelta della salinità con gli stessi criteri indicati per il campione in esame.

Tutti i trasferimenti devono essere effettuati con rapidità evitando lesioni, compressioni ed altri stress agli animali. Durante la prova dovranno essere evitati disturbi che provochino stati di agitazione scegliendo, ad esempio, ambienti in penombra e non soggetti a vibrazioni.

8.2 Saggio con *P. reticulata*

Quando non si disponga di *L. aurata*, 10 individui della specie *P. reticulata* di dimensioni il più possibile eguali, vengono trasferiti nel campione in esame dalle vasche di acclimatazione (6,18‰ e massima salinità) con il seguente criterio:

- a) per campioni a salinità compresa tra quella di mare ed il 30‰ si utilizzeranno animali acclimatati alla massima salinità;
- b) per campioni a salinità compresa tra il 30 e il 12‰ si impiegheranno animali acclimatati al 18‰;
- c) per campioni a salinità inferiori al 12‰ verranno utilizzati animali acclimatati al 6‰.

9. Valutazione dei risultati

La prova ha termine a 24 ore, contate a partire dal momento dell'introduzione degli animali nella vasca contenente il campione in esame diluito 1 + 1.

Al termine della prova viene rilevato il numero di morti nella vasca contenente il campione e in quella di controllo.

Il campione in esame, secondo i criteri di cui alla Tab. A della legge 650/79, è giudicato accettabile se, al termine della prova, sopravvivono 5 o più animali.

Nessun decesso deve registrarsi tra gli animali di controllo durante le 24 ore della prova.

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	—	—
A-002	Tecniche analitiche	—	—
A-003	Metodi di campionamento	1977	—
A-004	Errori di misura	1972	—
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	—
B-010	Ossigeno disciolto	1972	—
Sezione C			
(Determinazione di metalli e di specie metalliche)			
C-001	Alluminio	1972	1981
C-002	Argento	1972	—
C-003	Arsenico	1972	—
C-004	Bario	1972	1980
C-005	Berillio	1972	—
C-006	Boro	1972	1982
C-007	Cadmio	1972	1979
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	1979
C-016	Molibdeno	—	—
C-017	Nichel	1972	1980
C-018	Piombo	1972	1979
C-019	Potassio	1972	—
C-020	Rame	1972	1980
C-021	Selenio	1972	1979
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 per pagamento contro assegno.

Segue: Indice generale del manuale 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	1981-1982
D-003	Azoto nitroso	1972	1981
D-004	Azoto nitrico	1972	
D-005	Biossido di carbonio	1972	
D-006	Solfuri	1972	
D-007	Cianuri	1972	1980
D-008	Cloro	1972	
D-009	Cloruri	1972	1979
D-010	Fluoruri	1972	
D-011	Fosforo	1972	1981
D-012	Ossigeno disciolto	1972	
D-013	Silicio	1972	
D-014	Solfati	1972	1979
D-015	Solfiti	1972	1982
Sezione E (Determinazione di sostanze e parametri organici)			
E-001	Azoto albuminoide	1972	
E-002	Azoto organico	1972	
E-003	Sostanze oleose totali	1972	
E-004	Oli minerali	—	
E-005	Grassi e oli animali e vegetali	—	
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	—	
E-017	Solventi organici azotati	—	
E-018	Solventi organici clorurati	—	1978
E-019	Tensioattivi anionici	1972	
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	