

S. Ansferri, Responsabile Settore Acquacoltura ed Ecosistemi Acquatici Eurovix. P. Brignoli, Direttore Ricerca Progettazione e Sviluppo Gruppo Eurovix

In questo lavoro viene presentata un'esperienza molto interessante di trattamento dell'acqua di un ambiente marino confinato, situato nel Porto di Catania, con una tecnica facilmente applicabile anche su grandi masse idriche a costi ampiamente sostenibili. Grazie all'impiego di bioattivi enzimatico-batterici si è infatti ottenuta nell'arco di poche settimane la riduzione consistente delle cariche batteriche patogene e si sono migliora-

te le qualità chimiche e la limpidezza delle acque trattate. Il 2003 è stato dichiarato dalle Nazioni Unite l'Anno Internazionale dell'Acqua; il consesso mondiale ha preso coscienza dei problemi legati alla gestione della risorsa idrica, della necessità di doverla preservare e del dovere di razionalizzarne l'uso. Sulla spinta emotiva creata da queste considerazioni si è sviluppata una serie infinita di iniziative mirate alla conservazione del

patrimonio idrico mondiale. È palese che il rispetto di quello che ormai viene considerato un bene comune non può che passare attraverso la formazione di una coscienza collettiva che porti a non abusare delle risorse, a restituire in buone condizioni l'acqua utilizzata, a consentire alle popolazioni residenti in aree svantaggiate l'accesso minimo vitale alla risorsa idrica. Le tecnologie in grado di trattare le acque reflue da processi

industriali, da attività agricole e zootecniche o da uso domestico e civile ci sono, sono ben sviluppate e devono essere solo ottimizzate ed applicate. Esiste però una necessità ancora più urgente e fondamentale: sanificare le grandi masse d'acqua che sino ad ora sono state corpo recettore per scarichi non trattati, perché queste sono un passaggio importante del ciclo di auto-depurazione dell'acqua e contemporaneamente rappresentano un effettivo pericolo per la salute collettiva. Il trattamento di questi ecosistemi acquatici (canali, fiumi, piccoli invasi, laghi, lagune salmastre, tratti di mare ecc.) non può essere fatto con sistemi di depurazione convenzionale perché questi sono molto costosi da costruire, necessitano di tempi lunghi di realizzazione, occupano vaste aree, sono ad alto impatto ambientale, sono complessi e costosi da gestire, utilizzano molta energia. È per questo che si stanno sviluppando tecnologie eco-compatibili in grado di sanificare gli ecosistemi acquatici in tempi relativamente brevi, a costi sicuramente accessibili, senza provocare effetti collaterali sull'ambiente. La più conosciuta tra queste tecnologie è senza dubbio quella che utilizza attivatori biologici (a base prevalentemente

di batteri, enzimi specifici supporti e nutrienti) ed è quella utilizzata nel lavoro svolto sull'acqua di un zona del porto di Catania interessata da inquinamento organico ed oggetto del presente lavoro. I vantaggi applicativi derivanti dall'impiego di bioattivi nel trattamento di bacini idrici sono stati descritti in letteratura da vari autori [1], essi hanno osservato in lagune adibite ad allevamenti di pesci e gamberi: incremento della decomposizione e mineralizzazione dei materiali organici nei sedimenti; riduzione dell'impatto ambientale dell'allevamento ittico; valida alternativa ai sistemi chimici di igienizzazione grazie alla competizione con i batteri patogeni. La competizione microbiologica coi microrganismi patogeni è stata richiamata anche da altri autori soprattutto americani [2, 3, 4] nel descrivere i miglioramenti produttivi e il miglior stato di salute del pesce in allevamenti intensivi trattati con bioattivi batterici. Anche gli scriventi hanno già descritto in alcuni lavori i vantaggi dell'utilizzo di bioattivi per migliorare la qualità chimica e batteriologica delle acque [5]. I bioattivi possono essere inoculati nell'acqua attraverso vari sistemi:

- spargimento della polvere tal

Caratteristiche tecniche del bioattivatore Micropan Aquaclear*

Enzimi alfa - amilasi	Enzimi emicellulasi
Enzimi beta - amilasi	Enzimi pectinasi
Enzimi pentosanasi	Microrganismi utili selezionati da fermentazione controllata appartenenti alla classe 1
Enzimi lipasi	Estratti vegetali
Enzimi gluco-amilasi	Carboidrati
Enzimi beta - glucanasi	Fattori di crescita naturali
Enzimi cellulasi	Principi attivi di fucus - laminaria
Enzimi proteasi	Terreno colturale Agar
Enzimi fosforilasi	Alghe lithothamnium calcareum
Enzimi pullulanasi	Biocatalizzatori minerali ricchi di oligoelementi

Altre caratteristiche

Batteri non appartenenti ai generi *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas mallei*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Bacillus anthracis*
Batteri non rientranti nell'elenco degli agenti biologici classificati nell'allegato XI della legge 626 del 12/11/94
Microrganismi non modificati geneticamente.

*Il prodotto utilizzato è stato sottoposto a vari test, tra cui: irritazione dermale acuta, tossicità orale acuta, immobilizzazione acuta, sensibilizzazione cutanea, che permettono di classificarlo come prodotto non tossico per l'ambiente e per gli operatori.

quale sulla superficie dell'acqua;

- spargimento previa solubilizzazione sulla superficie dell'acqua;
- dosaggio in continuo, in punti stabiliti del bacino, del prodotto sia in polvere sia solubilizzato;

Zona pescherecci.



I BIOATTIVATORI MIGLIORANO L'ACQUA IN UN AMBIENTE MARINO CONFINATO

Una delle priorità ambientali dei nostri tempi è rappresentata dalla salvaguardia le risorse idriche. Occorre, in particolare, studiare soluzioni idonee a sanificare le grandi masse d'acqua che sino ad oggi sono state corpo recettore per scarichi non trattati, perché queste sono ormai giunte in molti casi a livelli di inquinamento tali da rappresentare un effettivo pericolo per la salute della collettività e per l'integrità dell'ecosistema. Le tecniche di depurazione convenzionali non sono applicabili in tali contesti in quanto gli ingenti quantitativi d'acqua da trattare richiederebbero enormi investimenti impiantistici e costi energetici insostenibili.



Zona imbarco trattamento.

Zona imbarco
di diporto.



diario lavori

data	n. trattamento	kg prodotto	note
7 dicembre 2004	1	80	tempo buono
14 dicembre 2004	2	80	tempo buono
21 dicembre 2004	3	80	vento leggero
28 dicembre 2004	4	80	tempo uono
4 gennaio 2005	5	80	giornata fredda e ventosa
11 gennaio 2005	6	80	giornata molto fredda
18 gennaio 2005	7	80	giornata fredda e ventosa
25 gennaio 2005	8	80	giornata fredda, pioggia
31 gennaio 2005	9	80	giornata molto fredda
8 febbraio 2005	non effettuato	0	vento teso, mare molto mosso
16 febbraio 2005	10	100	tempo buono, freddo
22 febbraio 2005	11	100	tempo buono, freddo, vento
2 marzo 2005	12	80	coperto, pioggia

	Unità di misura	campionamento del 7-12-04 stazione 0 - prima del trattamento
Temperatura	°C	20,0
pH		7,80
Solidi sospesi totali	mg/l	< 10
Ossigeno disciolto	mg/l	non del.
BOD5	mg/l	24,00
COD	mg/l	80,00
Fosforo totale	mg/l	< 0,1
Azoto ammoniacale	mg/l	< 0,001
Azoto nitroso	mg/l	< 0,001
Azoto nitrico	mg/l	0,30
Idrocarburi totali < 12 C (leggeri)	mg/l	0,20
Idrocarburi totali > 12 C (pesanti)	mg/l	0,31

- posizionamento in vari punti del sito di compresse di prodotto a lento scioglimento;
- posizionamento nel sedimento di compresse di prodotto.
Un monitoraggio costante delle caratteristiche analitiche delle acque consente di valutarne gli obiettivi intermedi raggiunti ed, eventualmente, correggere la

strategia d'azione in corso d'opera. Può essere allestita una rete di controlli a cadenza programmata in più punti del sito per monitorare i valori chimico-fisici dell'acqua, i dati microbiologici e l'evoluzione delle popolazioni zoo e fito insediate. I bioattivi non sono composti chimici ad azione immediata, ma sono

"catalizzatori" biologici che accelerano o ripristinano cicli vitali propri dell'ambiente trattato.

Obiettivi in tempi brevi

Con questo metodo, si cerca di abbattere l'eccesso di nutrienti (azoto in particolare) o sbilanciare il rapporto azoto/fosforo per limitare la proliferazione delle alghe ed aumentare la trasparenza; degradare la sostanza organica presente nell'acqua e nel sedimento al fine di rendere disponibile una maggiore quantità di ossigeno altrimenti consumato; favorire e velocizzare i processi di mineralizzazione delle sostanze organiche deperibili; eliminare i cattivi odori derivanti dai fenomeni putrefattivi; abbattere le cariche batteriche patologiche attraverso un'azione antagonista svolta dai batteri utili nei confronti dei microrganismi indesiderati; ridurre la concentrazione di idrocarburi; degradare gli inquinanti organici presenti (olio, grassi, coloranti, cellulosa ecc.).

Obiettivi in tempi lunghi

Ciò che ci si prefigge, a lungo termine, è di riequilibrare i cicli naturali di carbonio, azoto e fosforo; ricreare le condizioni per il reinsediamento di specie



Analisi chimica 1, 7
dicembre 2004 prima
del trattamento.

ittiche autoctone; aumentare la presenza di risorse alieutiche. Questa azione di risanamento generale comporta una ripresa della vita biologica, attraverso il ripristino delle catene alimentari, dal fitoplancton sino ai predatori primari. La tecnica di intervento descritta in questo articolo è altamente competitiva in confronto con altre metodologie in quanto: non è invasiva e non

richiede interventi sulla struttura del territorio, come l'asportazione di sedimenti, la modifica dei corsi idrici o il rimodellamento del bacino; non richiede impianti sofisticati e costosi per l'applicazione di prodotti in quanto il tutto avviene mediante dosatori automatici o semiautomatici oppure con l'ausilio di una barca di medio-piccola dimensione che periodicamente distribuisce i composti enzimatico-batterici, sia in polvere sia in compresse, su tutta la superficie del bacino o su una porzione di esso nella concentrazione suggerita dai protocolli; generalmente questa operazione viene affidata ad operatori locali (pescatori o barcaioi) che ne traggono così ulteriore

	Unità di misura	campionamento del 11-01-05 stazione 1 - trattata	campionamento del 11-01-05 stazione 2 - trattata	campionamento del 11-01-05 stazione 3 - non trattata
Temperatura	°C	18,4	17,2	17,2
pH		7,93	8,06	8,12
Solidi sospesi totali	mg/l	< 10	< 10	< 10
Ossigeno disciolto	mg/l	8,20	8,40	8,4
BOD5	mg/l	21,00	20,00	23
COD	mg/l	75,00	75,00	75
Fosforo totale	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Azoto ammoniacale	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Azoto nitroso	mg/l	0,02	0,01	0,01
Azoto nitrico	mg/l	1,00	0,20	0,1
Idrocarburi totali < 12 C (leggeri)	mg/l	0,002	0,002	0,003
Idrocarburi totali > 12 C (pesanti)	mg/l	0,005	0,003	0,004



Analisi chimica
2, 34 giorni
dopo il primo
trattamento.

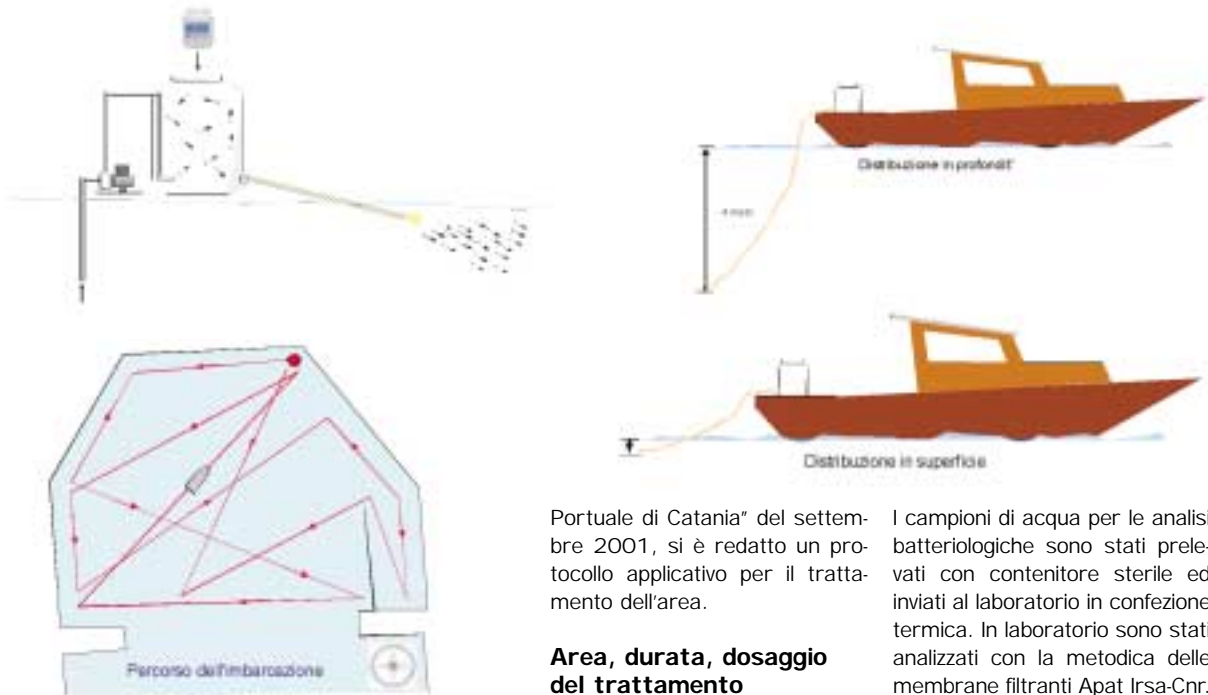
fonte di reddito; per i corsi d'acqua si utilizzano impianti automatici di ridotte dimensioni che distribuiscono in continuo il prodotto; è reversibile, in quanto l'inoculo in sito dei bioattivi batterico-enzimatici "catalizza" processi naturali senza portare a modificazioni irreversibili come spesso avviene quando si utilizzano sostanze chimiche ad azione battericida o batteriostatica che, al contrario, creano fenomeni di "sterilizzazione" o "squilibrio biologico" difficilmente recuperabili. Questa tecnologia può essere simbiotica, ovvero può coesistere vantaggiosamente con altre tecnologie "naturali" quali la fitodepurazione e l'uso di consumatori primari. Nel Continente Europeo la bioattivazione è ben conosciuta, ma è scarsamente applicata perché è una tecnologia che necessita un costante flusso di informazioni tra fase applicativa e fase produttiva allo scopo di poter otti-

	Unità di misura	campionamento del 8-02-05 stazione 1 - trattata	campionamento del 8-02-05 stazione 2 - trattata	campionamento del 8-02-05 stazione 3 - non trattata
Temperatura	°C	17,1	17,2	18,0
pH		8,31	8,36	8,18
Solidi sospesi totali	mg/l	< 10	< 10	< 10
Ossigeno disciolto	mg/l	7,17	8,47	7,05
BOD5	mg/l	15,00	12,00	18,00
COD	mg/l	74,00	67,00	67,00
Fosforo totale	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Azoto ammoniacale	mg/l	0,04	0,04	0,03
Azoto nitroso	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01
Azoto nitrico	mg/l	0,80	0,80	0,80
Idrocarburi totali < 12 C (leggeri)	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Idrocarburi totali > 12 C (pesanti)	mg/l	0,005	0,004	0,004

Analisi
chimica 3,
60 giorni
dopo il
primo
trattamento.

	Unità di misura	campionamento del 4-03-05 stazione 1 - trattata	campionamento del 4-03-05 stazione 2 - trattata	campionamento del 4-03-05 stazione 3 - non trattata
Temperatura	°C	16,7	17,2	17,9
pH		8,19	8,16	8,06
Solidi sospesi totali	mg/l	< 10	< 10	< 10
Ossigeno disciolto	mg/l	8,21	8,06	6,99
BOD5	mg/l	15,00	15,00	22,00
COD	mg/l	80,00	97,00	100,00
Fosforo totale	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Azoto ammoniacale	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Azoto nitroso	mg/l	0,01	0,01	0,03
Azoto nitrico	mg/l	0,60	0,60	0,70
Idrocarburi totali < 12 C (leggeri)	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,005
Idrocarburi totali > 12 C (pesanti)	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,005

Analisi
chimica 4,
75 giorni
dopo il
primo
trattamento.



prodotto da insediamenti umani ha reso queste acque inutilizzabili per balneazione e uso civile. Bacini di stoccaggio dell'acqua, in attesa di utilizzazione (irrigazione, potabilizzazione, anti-incendio ecc.). Dove occorre mantenere alte le caratteristiche chimico-fisiche e biologiche. Sulla base dei dati emersi: dalla campagna di studi "Caratterizzazione ambientale dei sedimenti del porto di Catania", effettuata da Cram nell'anno 2004 e pubblicata nella relazione tecnica dell'ottobre 2004, e dalle analisi contenute nella relazione "Studio per il monitoraggio ambientale nell'area di competenza dell'Autorità

Zona area D.

Portuale di Catania" del settembre 2001, si è redatto un protocollo applicativo per il trattamento dell'area.

Area, durata, dosaggio del trattamento

Per il test è stata scelta l'area del porto nuovo che consente un buon controllo degli effetti e presenta un quadro sufficiente di tutte le tipologie di inquinamento derivante da attività turistiche, commerciali e di pesca. Il trattamento dell'acqua è iniziato il 7 dicembre 2004 ed è terminato il 2 marzo 2005; durante questo periodo si sono effettuati 12 inoculi di prodotto. L'area, di 43.759 m² aveva un perimetro di 820 m e una profondità di 9 m, con un volume di acqua 393.750 m³. Per ogni trattamento sono stati utilizzati 80 kg di prodotto, ad eccezione del 10° ed 11° dove sono stati utilizzati 100 kg di prodotto.

Come tecnica di somministrazione è stata utilizzata una piccola imbarcazione cabinata con motore entrobordo pilotata da un marinaio esperto del porto; sull'imbarcazione è stato montato un serbatoio in polietilene bianco dove il prodotto da somministrare è stato pre-solubilizzato poco prima dell'applicazione utilizzando acqua di mare pescata con una pompa a scoppio; il prodotto è stato distribuito, per caduta, durante la navigazione all'interno dell'area, in due passaggi per poter distribuire la soluzione in superficie ed alla profondità di 4 m.

Tecniche analitiche

I campioni di acqua per le analisi batteriologiche sono stati prelevati con contenitore sterile ed inviati al laboratorio in confezione termica. In laboratorio sono stati analizzati con la metodica delle membrane filtranti Apat Irsa-Cnr. I campioni di acqua per le analisi chimiche sono stati prelevati mediante bottiglia campionatrice, preventivamente avvitata alla profondità di 2 metri; sono stati trasferiti in bottiglie di polietilene da 1.000 cc ed inviati al laboratorio in confezione termica. L'acqua è stata analizzata con le metodiche:

- pH, Apat Irsa-Cnr, 2060;
- O₂ disciolto, Apat Irsa-Cnr, 4120;
- Bod5, Apat Irsa-Cnr, 5120;
- Cod, Apat Irsa-Cnr, 5130;
- Azoto ammoniacale, Apat Irsa-Cnr, 4030;
- Azoto nitroso, Apat Irsa-Cnr, 4050;
- Azoto nitrico, Apat Irsa-Cnr, 4040;
- Fosforo totale, Apat Irsa-Cnr, 4110;
- Idrocarburi totali, Epa 5015.

Risultati e discussione

Per quanto riguarda le analisi chimiche, si è effettuato un campionamento prima dell'inizio del trattamento in un punto centrale all'area trattata (punto 0) e tre campionamenti successivi durante il periodo di trattamento in tre punti differenti dell'area portuale. L'acqua è stata prelevata alla profondità di 2 metri per mezzo di una bottiglia campionatrice. Il campione è stato trasferito in un contenitore termico e spedito al laboratorio di analisi. Osservazioni sui principali parametri analizzati

Batteriologia

Ossigeno disciolto

Durante il periodo di trattamento si è osservato un trend positivo per quanto riguarda l'ossigeno disciolto. Il primo campionamento (11 gennaio) ha fatto registrare concentrazioni pressoché analoghe tra l'area non trattata (8,40 mg/l) e le due stazioni trattate (8,20 e 8,40 mg/l) mentre i campionamenti successivi hanno mostrato sempre concentrazioni superiori nelle zone trattate rispetto alla zona non trattata.

ossigeno mg/l - periodo di trattamento

	stazione 1 - trattata	stazione 2 - trattata	stazione 3 - non trattata
11 gennaio 2005	8,20	8,40	8,4
8 febbraio 2005	7,17	8,47	7,05
4 marzo 2005	8,21	8,05	6,99

Domanda di Ossigeno Biologico

I valori di Bod5 sono sempre più bassi nella zona trattata se confrontati con i valori della zona non trattata e con la concentrazione del bianco (prima del trattamento).

B.O.D. 5 mg/l - periodo di trattamento

	stazione 1 - trattata	stazione 2 - trattata	stazione 3 - non trattata	bianco
7 dicembre 2004	-	-	-	24,00
11 gennaio 2005	21,00	20,00	23,00	-
8 febbraio 2005	15,00	12,00	18,00	-
4 marzo 2005	16,00	19,00	22,00	-

Domanda di Ossigeno Chimico

I valori del Cod nella zona trattata sono sempre stati più bassi che nella zona non trattata. Anche nei confronti del bianco i valori si sono mostrati generalmente più bassi, ad eccezione del campionamento del 4 marzo.

C.O.D. mg/l - periodo di trattamento

	stazione 1 - trattata	stazione 2 - trattata	stazione 3 - non trattata	bianco
7 dicembre 2004	-	-	-	90,00
11 gennaio 2005	76,00	75,00	78	-
8 febbraio 2005	74,00	67,00	87,00	-
4 marzo 2005	90,00	97,00	100,00	-

Azoto nitrico

Riguardo alla concentrazione di Azoto nitrico la tendenza è quella di un andamento decrescente di concentrazione da stazione 1 a stazione 2 a stazione 3 (non trattata) nel primo campionamento dell'11 gennaio ed un cambiamento di tendenza (aumento da stazione 1 a stazione 2 e 3) nei campionamenti successivi (avanzato periodo di trattamento). Questo è in linea con l'attesa azione del bioattivatore sul processo di trasformazione dell'azoto in fase aerobica.

Azoto nitrico mg/l - periodo di trattamento

	stazione 1 - trattata	stazione 2 - trattata	stazione 3 - non trattata	bianco
7 dicembre 2004	-	-	-	0,30
11 gennaio 2005	1,00	0,20	0,1	-
8 febbraio 2005	0,60	0,60	0,80	-
4 marzo 2005	0,50	0,60	0,70	-

Idrocarburi Totali

L'analisi dei risultati evidenzia una netta diminuzione della concentrazione di Idrocarburi Totali dal primo campionamento "bianco" del 7 dicembre 2004 ai successivi campionamenti nell'area trattata. La diminuzione si nota, anche se in maniera meno evidente, tra l'area trattata e l'area non trattata.

Idrocarburi leggeri < 12 C mg/l - periodo di trattamento

	stazione 1 - trattata	stazione 2 - trattata	stazione 3 - non trattata	bianco
7 dicembre 2004	-	-	-	0,20
11 gennaio 2005	0,002	0,002	0,003	-
8 febbraio 2005	<0,001	<0,001	<0,001	-
4 marzo 2005	<0,001	<0,001	0,005	-

Idrocarburi Pesanti > 12 C mg/l - periodo di trattamento

	stazione 1 - trattata	stazione 2 - trattata	stazione 3 - non trattata	bianco
7 dicembre 2004	-	-	-	0,31
11 gennaio 2005	0,003	0,003	0,004	-
8 febbraio 2005	0,005	0,004	0,004	-
4 marzo 2005	<0,001	<0,001	0,005	-

Vista la particolare natura degli Idrocarburi (inquinamento puntiforme o occasionale) i dati devono essere confrontati per aree omogenee, in quanto un'area può essere interessata da una fonte inquinante (barche, in questo caso) in maniera maggiore o costante di un'area diversa, con traffici e frequentazioni diverse.





Scia del prodotto nell'acqua.

Per effettuare le analisi batteriologiche, sono stati prelevati due campioni di acqua, uno nella zona trattata ed uno nella zona non trattata, per due volte in data 16 febbraio e 4 marzo (termine prova). Sono stati analizzati, con la metodica delle membrane filtranti: Colonie a 36°C, Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali. Considerando che la stazione 4 è stata trattata, la stazione 5: no, la differenza di concentrazione di batteri patogeni tra la zona trattata e la zona non trattata appare molto evidente. Il risultato è ricollegabile dall'azione competitiva del bioattivatore utilizzato, la cui azione in tal senso è stata ripetutamente osservata in altre situazioni con problematiche simili; i dati sono facilmente confrontabili anche

perché la fonte di inquinamento è spesso diffusa e costante.

Stratigrafia

Il 20 marzo, giorno dell'ultimo trattamento, mediante strumento portatile digitale con compensatore automatico di temperatura e salinità si è proceduto all'analisi stratigrafica in due punti dell'area trattata ed in un punto dell'area non trattata.

Si sono rilevati: ossigeno disciolto, temperatura, saturazione dell'ossigeno.

A fronte di valori di temperatura pressoché costanti si sono registrate concentrazioni di ossigeno mediamente superiori nelle due zone trattate rispetto alla zona non trattata.

Analogo andamento per la saturazione dell'ossigeno.

	Unità di misura	campionamento del 04/03/2005 stazione 4 trattata	campionamento del 04/03/2005 stazione 5 non trattata
Colonie Totali 36°C	u.f.c./ml	25	240
Coliformi Totali	u.f.c./100 ml	102	1500
Coliformi Fecali	u.f.c./100 ml	67	600
Streptococchi Fecali	u.f.c./100 ml	16	160

Campionamento 1, 16 febbraio 2005.

	Unità di misura	campionamento del 04/03/2005 stazione 4 trattata	campionamento del 04/03/2005 stazione 5 non trattata
Colonie Totali 36°C	u.f.c./ml	25	240
Coliformi Totali	u.f.c./100 ml	102	1500
Coliformi Fecali	u.f.c./100 ml	67	600
Streptococchi Fecali	u.f.c./100 ml	16	160

Campionamento 2, 4 marzo 2005 (fine trattamento).

Trasparenza dell'acqua

I prelievi da 1 a 21 sono dati storici relativi alla campagna di monitoraggio del 2001. La trasparenza dell'acqua, misurata in cm con il disco di Secchi, è aumentata in modo significativo dai valori registrati nella campagna di monitoraggio del 2001; la misura di trasparenza si differenzia anche in modo evidente tra la zona trattata e la zona non trattata.

Conclusioni

Il trattamento di sanificazione delle acque del Porto di Catania, effettuato tra il 7 dicembre 2004 ed il 2 marzo 2005, con l'inoculo di un bioattivatore batterico-enzimatico, nel quadro di un protocollo operativo redatto dalla ditta Eurovix in accordo con l'Autorità Portuale, ha portato effettivi vantaggi alle caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche dell'acqua del bacino. I miglioramenti sono stati notati visivamente dalle persone abitualmente o occasionalmente fruitici dell'area (pescatori, marittimi, diportisti ecc.) e sono stati misurati dalle analisi fatte prima e durante il trattamento. I dati ottenuti nell'area interessata all'intervento sono stati confrontati con quelli analizzati in un'area del porto con simili caratteristiche non trattata; gli stessi dati sono stati confrontati con quelli registrati in una campagna di monitoraggio effettuata nel settembre 2001. Molto rilevanti sono stati gli abbattimenti dei batteri patogeni e, in particolare, nel campionamento del 4 marzo 2005 si è passati da 1.500 Ufc/ml di coliformi totali nella zona non trattata a 102 nella zona trattata; da 600 Ufc/ml di coliformi fecali nel controllo a 67 Ufc/ml nel trattato e 160 Ufc/ml di Streptococchi fecali nel controllo 16 Ufc/ml nel trattato. Significativi sono stati anche i miglioramenti della chimica dell'acqua in termini di Bod, Cod e azoto; come significativi sono stati l'aumento della trasparenza e dell'ossigeno. Si è notato anche un significativo abbattimento degli idrocarburi totali, che sono passati da 0,20 a 0,002 per i leggeri e da 0,31 a

stazione n. 1 - trattata			
	Temperatura °C	Ossigeno mg/l	Saturazione %
Superficie	12,4	8,1	94
-1 metro	12,9	8,1	96
-2 metri	13,1	8,4	98
-3 metri	13,2	8,1	96
-4 metri	13,3	8,3	98
-5 metri	13,3	8,3	98
-6 metri	13,4	8,5	100
-7 metri	13,5	8,5	100
-8 metri	13,6	8,5	100
-9 metri	13,6	8,2	96
-10 metri	13,6	8,3	97
media	13,3	8,3	97
max	13,6	8,5	100
min	12,4	8,1	94

stazione n. 2 - trattata			
	Temperatura °C	Ossigeno mg/l	Saturazione %
Superficie	12,9	8,6	100
-1 metro	12,9	9,0	104
-2 metri	13,1	9,4	110
-3 metri	13,2	9,8	116
-4 metri	13,4	9,9	117
-5 metri	13,5	10,2	121
-6 metri	13,5	10,5	124
-7 metri	13,6	10,7	125
-8 metri	13,6	10,9	127
-9 metri	13,6	10,7	125
media	13,3	10,0	117
max	13,6	10,9	127
min	12,9	8,6	100

stazione n. 3 - non trattata			
	Temperatura °C	Ossigeno mg/l	Saturazione %
Superficie	12,6	7,8	90
-1 metro	13,0	7,8	91
-2 metri	13,1	7,8	92
-3 metri	13,2	7,7	91
-4 metri	13,3	7,7	91
-5 metri	13,4	7,6	89
-6 metri	13,5	7,5	88
-7 metri	13,6	7,5	88
media	13,2	7,7	90
max	13,6	7,8	92
min	12,6	7,5	88

0,003 per i pesanti; nelle logiche oscillazioni del periodo le concentrazioni di idrocarburi si sono mantenute sempre più basse nella zona trattata rispetto alla zona controllo. L'azione sanificante del trattamento effettuato ha margini di miglioramen-

Condizioni ambientali:
salinità dell'acqua 37‰,
temperatura aria
11,4°C, pressione
atmosferica 1.007 hPa.

to ancora molto ampi, in considerazione: del breve periodo di trattamento, dell'area limitata di lavoro e delle condizioni climatiche non particolarmente favorevoli. Altri miglioramenti si potranno presumibilmente ottenere trattando in maniera puntiforme anche le fonti inquinanti conosciute o localizzando i trattamenti nelle aree più compromesse; i trattamenti si possono affinare anche con altre soluzioni di distribuzione che prevedono l'impiego di particolari contenitori galleggianti o ancorati ai pontili, in grado di somministrare il bioattivatore in continuo, sfruttando il moto ondoso o per mezzo di piccoli dosatori alimentati ad energia solare.

L'esperienza sopra riportata conferma le numerose osservazioni da noi fatte in questi anni in laboratorio e in varie applicazioni su scala reale in acque sia dolci sia salmastre. L'impiego di bioattivatori rappresenta un sistema più economico e più facilmente attuabile rispetto alle tecnologie classiche di trattamento acque che richiedono solitamente ingenti investimenti impiantistici e consistenti spese energetiche. Le osservazioni fatte aprono, a nostro avviso, importanti prospettive per quanto riguarda il recupero ambientale di ecosistemi acquatici (anche di grandi dimensioni) degradati da inquinamenti chimico-batteriologici.

www.readerservice.it n°

BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Graslund *et al.*, A field survey of chemicals and biological products used in shrimp farming, *Marine pollution bulletin* 46, 2003, 81.
- [2] C. E. Boyd, Probiotic's enhancement of soil, water quality examined. *Global aquaculture Adv.* 7, 2004, 32.
- [3] C. E. Boyd, A. Gross, Use of probiotics for improving soil and water quality in aquaculture ponds, 1998, 101. In: T.W. Flegel (ed.). National Center of Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand.
- [4] A. Irianto, B. Austin B., 2002 - probiotics in aquaculture. *Journal of fish diseases* 25, 2002, 633.
- [5] P. Brignoli, S. Ansferri, Esperienze sull'applicazione di bioattivatori enzimatico-batterici nel trattamento delle acque reflue utilizzate per l'irrigazione, *Atti Simposio Internazionale di Ingegneria Sanitaria Ambientale*, Taormina 23-26/06/2004.
- [6] Apat Irsa-Cnr, Metodi analitici per le acque, Apat Manuali e Linee guida 29/2003.
- [7] P. H. T. Beckett, R.D. Davis, P. Brindley, *Water Pollution Control*, 78, 1979, 416.
- [8] F. T. Bingham, A. L. Page, J. L. Stron, *Soil Science*, 130, 1980, 33.
- [9] J. Bolton, *Environmental Pollution*, 9, 1975, 296.
- [10] G.F. Lee, C.R. Walker, Review paper: chemical aspects of bioassay techniques for establishing water quality criteria, *Water Research*, 7, 1973, 1525.
- [11] R.V. Thurston, R.C. Russo *et al.*, A review of the Epa Red Book: quality criteria for water. *Water Quality Section*, American fish. Soc. Bethesda, Md., 1979, 313.