

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE B
SUPPLEMENTO VOL. LXXXVI - ANNO 1979

ATTI XI CONGRESSO
DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA

ORBETELLO 23 - 26 MAGGIO 1979

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1980

La Biologia Marina
e la gestione della Fascia Costiera

INDICE

Gestione delle risorse di pesca nella fascia costiera

Giovanni BOMBACE - La gestione razionale delle risorse nella fascia costiera (<i>Introduzione al tema</i>)	pag. 3
Dino LEVI, M. Gabriella ANDREOLI - Nota metodologica introduttiva sulle indagini esplorative mediante attrezzature a strascico	» 6
Carlo FROGLIA, Giuliano OREL - Considerazioni sulla pesca a strascico nella fascia costiera delle tre miglia in Adriatico	» 17
Arturo BOLOGNARI - Creazione di zone di riposo biologico nei compartimenti marittimi italiani	» 26
Guglielmo CAVALLARO, Fortunato MUNAÒ, Franco ANDALORO, Francesca SOLDANO - La situazione della piccola pesca litorale nello stretto di Messina nel dodicennio 1967-78	» 30
Giovanni MARANO, Raffaele VACCARELLA, Nicola CASAVOLA, Giovanni BELLO - Pesca e banchi naturali di Lamellibranchi in Terra di Bari	» 34

Acque salmastre: biologia e acquacoltura

Giuseppe COLOMBO, Ireneo FERRARI, Victor U. CECCHERELLI, Gianni CAVALLINI, Remigio ROSSI - Fattori idrologici e struttura dei popolamenti planctonici e bentonici della Sacca degli Scardovari	» 41
Giulio RELINI, Eva PISANO - Popolamenti di substrato duro nelle lagune di Orbetello	» 48
Giulio RELINI, Giorgio MATRICARDI - I Cirripedi Toracici delle lagune di Orbetello	» 55
Eva PISANO - Osservazioni sistematico-ecologiche su alcuni Briozoi della laguna di Orbetello	» 58
Giovanni DIVIACCO - Remarks on Crustaceans Amphipods of the Orbetello laggons (Grosseto)	» 62
Giorgio MATRICARDI - Echinodermi della laguna di Orbetello	» 65
Daniele BEDULLI, Elisabetta PERETTI - Recent development of the macrobenthos in a brackish lagoon of the Po river delta	» 69
Attilio SOLAZZI - Il fitoplancton: interazioni tra acque costiere e acque salmastre	» 73
Francesco CINELLI - Possibilità di reale sfruttamento dei vegetali marini delle coste italiane	» 77
Gianni CAVALLINI, Francesco PAESANTI - Nota sul ciclo annuale delle caratteristiche idrologiche e della concentrazione in Clorofilla-A fitoplanctonica della Sacca degli Scardovari (Delta del Po)	» 80
Claudio TOLOMIO, Mara MARZOCCHI, Attilio SOLAZZI, Fabio CAVOLO, Clara SALAFIA - Popolamenti fitoplanctonici in una stazione antistante il delta del Po	» 83
Claudio TOLOMIO, Fabio CAVOLO, Paolo FAVERO, Mara MARZOCCHI, Attilio SOLAZZI - Delta del Po. II. Ricerche fitoplanctoniche e idrologiche nella Sacca del Canarin (nov. 1977 - ott. 1978)	» 84
Maria Grazia MAZZOCCHI, Ireneo FERRARI - Variazioni a lungo e a breve termine dello zooplancton nella Sacca del Canarin (Delta del Po)	» 85

Serena FONDA UMANI, Mario SPECCHI - Dati quantitativi sullo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della laguna di Grado (Alto Adriatico)	» 89
Costanzo M. DE ANGELIS - Situazione e prospettive dell'acquacoltura lungo le coste della Toscana	» 94
Mario GIANNINI, Roberto VITALI, Gilberto GANDOLFI - Studio quantitativo sul popolamento ittico di un ambiente salmastro del delta del fiume Po (Sacca del Canarin)	» 100
Anna R. CHIEREGATO, Ireneo FERRARI, Remigio ROSSI - Il regime alimentare degli stadi giovanili di orata, branzino, botolo e lotregano nella Sacca di Scardovari	» 104
Claudio COSTA, Roberto MINERVINI - Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota I. Una metodica per l'allevamento intensivo di <i>Dicentrarchus labrax</i> (L.) e <i>Diplodus sargus</i> (L.)	» 108
Lia PAGGI, Paola ORECCHIA, Gabriella CANCRINI, Nicola CATALINI, Roberto MINERVINI - Le specie ittiche del lago di Sabaudia di prevalente interesse economico. Nota II. Osservazioni parassitologiche	» 112
Febo LUMARE - Studio comparativo di metodologie di riproduzione indotta in <i>Penaeus kerathurus</i> Forskål 1775 (Decapoda, Natantia)	» 114
Giovanni PALMEGIANO, Marco G. SAROGLIA - Utilizzazione di scarichi termici in crostaceicoltura. Rapporto tra tasso di accrescimento e « carrying capacity »	» 123
Paolo BREBER, Giovanni B. PALMEGIANO - Uova di <i>Sepia officinalis</i> seminate nella laguna di Lesina a scopo di pesca: prime esperienze	» 127
Victor U. CECCHERELLI, Aurora PRATI, Vittorio GAIANI - Note sull'accrescimento e la produzione di <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamk in un banco naturale della Sacca di Scardovari	» 134
Corrado PICCINETTI, Gabriella PICCINETTI MANFRIN - La pialassa ravenne: ambiente vallivo da risanare	» 138

Inquinamento costiero: fonti, natura ed effetti

Joseph BERGERARD - Consequences ecologiques de la pollution pétrolière due au naufrage de l'« Amoco Cadiz » sur le côtes de Bretagne	» 143
Dan MANOLELI - Des modifications survenues ces 30 dernières années dans la composition de la faune benthique du littoral roumain (Mer Noire)	» 152
Anna M. BONVICINI PAGLIAI, Roberto CREMA, Edmondo IOANNILLI, Mauro BERTONATI, Romeo CIRONI, Roberto VITALI - Caratteristiche strutturali del macrobenthos della fascia infralitorale antistante la centrale di Torre Valdaliga (Civitavecchia)	» 160
Edmondo IOANNILLI, Roberto CREMA, Anna M. BONVICINI PAGLIAI, Mauro BERTONATI, Romeo CIRONI, Roberto VITALI - Qualità dell'acqua e comunità fitoplanctoniche in rapporto allo scarico termico della centrale termoelettrica di Torre Valdaliga (Civitavecchia)	» 168
Roberto CREMA, Edmondo IOANNILLI, Anna M. BONVICINI PAGLIAI, Mauro BERTONATI, Romeo CIRONI, Roberto VITALI - Chimica fisica delle acque e produttività primaria nel tratto di mare antistante la centrale termoelettrica di Piombino	» 182
Mario INNAMORATI, Adriana BOCHICCHIO, Roberto GABBRIELLI, Carlo LENZI GRILLINI - Effetti dell'incremento termico artificiale nel mare di Torre del Sale (Golfo di Follonica). Primi risultati	» 190

Romano FERRARA, Alfredo SERITTI, Stefano DE RANIERI, Antonio PETROSINO, Giovanni DEL CARRATORE, Maurizio TORTI - Distribuzione dei metalli pesanti nelle acque costiere della Toscana Settentrionale .	» 199
Enzo ORLANDO, Marina MAURI - Esperienze in laboratorio sull'accumulo di manganese in <i>Donax trunculus</i> L. (Bivalvia)	» 204
Marina MAURI - Incorporazione del manganese e del ferro nella conchiglia di <i>Donax trunculus</i> L. (Bivalvia)	» 211
Cristina NASCI, Valentino U. FOSSATO - Studio sulla fisiologia dei mitili e sulla loro capacità di accumulare idrocarburi e idrocarburi clorati	» 216
Giancarlo FAVA, Eugenio CROTTI - Effetto paradossale di un detersivo a base di LAS in <i>Tisbe holothuriae</i> Humes (Copepoda Harpacticoida) .	» 219
Angelo STRUSI, Pietro PANETTA, Raffaele SERIO - Correlazione tra le cariche batteriche ed i nutrienti nei mari di Taranto	» 223

Conoscenza e promozione dell'ambiente costiero

Robert B. CLARK - Monitoring change in the marine environment . . .	» 229
Michele SARA' - Il ruolo dei Poriferi nell'ecosistema marino litorale . .	» 248
Patrizia CASALI, Gabriella MANFRIN, Anna Rosa SCARANI, Nadia TEGACCIA - Dati preliminari sull'ecologia di una zona costiera dell'Adriatico .	» 254
Silvano RIGGIO, Giovanni DI PISA - Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo . .	» 258
Anna M. COGNETTI VARRIALE - Su due Policheti Owenidi di sabbie infralitorali del golfo di Follonica	» 263
Riccardo CATTANEO, Sebastiano GERACI - Il popolamento a Briozoi (Cheilostomata) della prateria a <i>Posidonia</i> di Procchio (Isola d'Elba) . .	» 268
Mario INNAMORATI, Marta DE POL SIGNORINI - Spettri della radiazione visibile sottomarina nel Mar Ligure	» 269
Carlo LENZI GRILLINI, Ferdinando BUDINI GATTAI - Comunità fitoplanctoniche del porto di Livorno e delle acque costiere antistanti . .	» 273
Armando BATTIATO, Mario CORMACI, Giovanni FURNARI, Blasco SCAMMACCA - Osservazioni preliminari sulla zonazione dei popolamenti fitobentonici di substrato duro della penisola della Maddalena (Siracusa)	» 278
Raffaele OLIVOTTI - Rimozione di alcuni metalli pesanti dalle acque residue urbane mediante consueti trattamenti di depurazione . . .	» 279
Giuseppe COGNETTI - Prospettive per una migliore tutela delle acque dopo l'approvazione della legge del 24 dicembre 1979 n° 650 . . .	» 291
Luigi BOITANI, G. Domenico ARDIZZONE - Interventi locali e approccio integrato in una strategia di conservazione del Mediterraneo .	» 294

Insedimenti su substrati duri artificiali

Alvise BARBARO, Mario CHIEPPA, Antonia FRANCESCON, Giulio RELINI, Angelo TURSÌ - Le repliche nello studio del fouling	» 301
Carla MORRI - Remarques sur les Hydraires vivants dans les salissures biologiques de quelques centrales thermo-électriques côtières italiennes	» 305
Giulio RELINI, Carlo N. BIANCHI - Prime osservazioni sul fouling della centrale termoelettrica di Torvaldaliga (Civitavecchia)	» 308
Giovanni DIVIACCO - Amphipods of fouling in the conduits of the electric power station of Torvaldaliga (Civitavecchia)	» 312

Carlo N. BIANCHI - Note préliminaire sur les Polychètes Serpuloidea (Annélides) de substrats artificiels immergés dans le Golfe de Gênes	» 316
Eva PISANO - Osservazioni preliminari sui Briozoi di substrati artificiali immersi nel piano infralitorale del promontorio di Portofino (Mar Ligure)	» 320

Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica in mare

Eugenio FRESI - Attività subacquee e loro ruolo nella ricerca biologica marina	» 325
Francesco CINELLI, Eugenio FRESI - Contributo alla valutazione dell'effettiva incidenza della pesca subacquea sul patrimonio biologico delle acque costiere italiane	» 330
Paolo COLANTONI - Problemi legali e amministrativi dell'immersione scientifica	» 339

Varia

Lodovico GALLEN, Ursula SALGHETTI, Paolo TONGIORGI - Ricerche sui predatori dei mitili. La progressione della predazione nel policlade <i>Stylochus mediterraneus</i>	» 349
Patrizia NARDI, Marco NIGRO, Paolo TONGIORGI - Ricerche sui predatori dei mitili. Il gasteropode perforatore <i>Ocenebrina edwardsii</i>	» 353
Paolo M. BISOL, Vittorio VAROTTO, Bruno BATTAGLIA - Variabilità genetica di tre popolazioni del copepode artapcticoida <i>Tisbe bulbisetosa</i>	» 357
Massimiliano CERVELLI, Giancarlo FAVA - Variabilità genetica in <i>Tisbe bulbisetosa</i> (Copepoda, Harpacticoida) di tre lagune adriatiche	» 360
Milena MARINI, Ivan BENEDETTI - Considerazioni sulla variabilità di alcuni sistemi di neuroni in Teleostei appartenenti alla stessa famiglia	» 363
Anna M. BOLOGNANI FANTIN, ENZO OTTAVIANI, Lorenzo BOLOGNANI, Antonella FRANCHINI, Massimo MASSERINI - Studio istofunzionale dell'apparato digerente di <i>Murex brandaris</i> e <i>Murex trunculus</i>	» 366
Gilberto GANDOLFI, Remigio ROSSI, Paolo TONGIORGI, Paolo VILLANI - Osservazioni sulla montata delle ceche (<i>Anguilla anguilla</i> L.) alla foce dell'Arno (ottobre 1978 - maggio 1979)	» 370
Maurizio WURTZ - I cefalopodi raccolti nel Mar Ligure durante la campagna di pesca batiale 1977-78	» 374
Stefano DE RANIERI - La maturità sessuale nelle femmine di <i>Mullus barbatus</i> L. nell'Alto Tirreno	» 378
Giorgio FANCIULLI, Lidia RELINI ORSI - Biologia di <i>Phycis blennioides</i> Brunn. 2. Rapporto sessi e osservazioni sulla maturità sessuale	» 383
Marino VACCHI, Lidia RELINI ORSI - Alimentazione di <i>Chimaera monstrosa</i> L. sui fondi batiali liguri	» 388
Silvano FOCARDI, Lucia FALCIAI, Cristina GAMBI, Valeriano SPADINI - Alimentazione di <i>Mullus barbatus</i> nel Mar Tirreno	» 392
Laura ROTTINI SANDRINI - Valutazione statistica della variabilità intraspecifica in tre popolazioni mediterranee di <i>Muggiaea kochi</i> Will (Siphonophora, Calyophorae)	» 396
Salvatore CACCAMESE, Roberto AZZOLINA, Mario CORMACI, Giovanni FURNARI - Attività antimicrobica in alcune alghe della costa orientale della Sicilia	» 397
Stellario CREAZZO - Nota sulla distribuzione delle correnti di gradiente nel basso Tirreno	» 398

CONOSCENZA E PROMOZIONE
DELL'AMBIENTE COSTIERO

R. OLIVOTTI

RIMOZIONE DI ALCUNI METALLI PESANTI DALLE ACQUE RESIDUE URBANE MEDIANTE CONSUETI TRATTAMENTI DI DEPURAZIONE

Riassunto — Vengono presentati e discussi vari dati inerenti: a. i contributi unitari di Cu, Pb, Hg, Cd caratteristici delle acque di fogna (e le corrispondenti concentrazioni) per varie città; b. la rimozione (%) conseguita mediante alcuni classici trattamenti di depurazione (sedimentazione, trattamento biologico; c. la possibilità di ottemperare a pertinenti norme di legge — italiane e straniere — e a limiti suggeriti dalla letteratura tecnica. I dati presentati sono sia (in gran parte) reperibili nella letteratura, sia provenienti da brevi indagini effettuate dallo scrivente su acque di scarico urbane (a Lignano e a Trieste).

Abstract — *Heavy metals' removal from sewage by conventional treatment.* Various data are there put forward and discussed, with reference to: a. the unit mass emission rate of Cu, Pb, Hg, Cd for « domestic » and « urban » sewage; b. the percent removal obtainable by conventional treatment (primary sedimentation, biological treatment); c. the possibility of compliance to pertinent standards, requirements, objectives laid on effluents and on receiving waters. Most of data are taken from literature; however some of them are derived from a survey, made from the writer, in a town with some contributions of industrial wastes, (Trieste) and in typical residential areas (Lignano, Barcola, both bathing resorts).

Key words — Heavy metals, sewage, treatment.

Mi è parso di far cosa utile raccogliendo in questa nota vari dati (in parte reperiti in letteratura, in parte derivati nel corso di indagini che ho effettuato sulla natura dei liquami urbani in alcuni centri della Regione), inerenti concentrazioni e quantità di metalli pesanti presenti nelle acque di fognatura urbana ed efficienza di alcuni classici trattamenti di depurazione (sedimentazione, trattamenti biologici) per quanto attiene la rimozione di queste sostanze.

Un primo interessante raffronto dei risultati può essere effettuato con le tabelle « C » ed « A » della legge 319 (10 maggio 1976) meglio nota come legge Merli, che regola, appunto, le caratteristiche qualitative degli effluenti liquidi; in base a tale raffronto possono essere formulate alcune risposte ai seguenti importanti quesiti:

- a. E' possibile con un trattamento primario ottemperare ai limiti della tabella « C » relativi ai metalli pesanti considerati? E, eventualmente, per quali metalli può essere addirittura rispettata la tabella « A »?

- b. In quale misura tale possibilità è correlata alla dotazione idrica?
- c. E' da attendersi che il trattamento biologico degli effluenti urbani consenta di ottemperare ai limiti della tabella « A »? Quali parametri, eventualmente, sfuggono? In quale misura le risposte ai quesiti appena esposti dipendono dalla dotazione idrica?

L'interesse dei problemi menzionati è indubbio per quanto attiene gli aspetti di ordine normativo (attinenti la concessione di una autorizzazione allo scarico), ed anche altri problemi connessi, come, ad esempio, la valutazione preliminare delle caratteristiche degli scarichi recapitati a impianti di trattamento consortile il cui effluente debba ottemperare alle tabelle menzionate.

Sotto il profilo degli effetti ambientali, i dati qui presentati costituiscono solo uno degli elementi necessari alla valutazione della gravità del problema che investe un certo ricettore e alla individuazione dei rimedi più opportuni.

E' infatti noto che gli aspetti detti dipendono dalle caratteristiche idrografiche, chimiche, biologiche, del particolare ricettore interessato, dalla quantità delle sostanze inquinanti complessivamente versate in esso, dalla forma chimica in cui esse si presentano allo scarico e, infine, dai molteplici processi fisici (dispersione, trasporto, sedimentazione, ecc.), chimici (precipitazione, ossidazione, scambio ionico, ecc.), biologici (assimilazione, eventuale accumulo attraverso i vari anelli della catena alimentare, ecc.) che governano il destino dei contaminanti nell'ambiente.

Il modo più efficace, in genere, di derivare attendibili informazioni sull'esito di meccanismi complessi e, in parte, non ben conosciuti o non suscettibili di adeguata formulazione analitica, consiste nello studio diretto di tali effetti in casi reali.

Lo studio diretto degli effetti sull'ecosistema è a sua volta però reso difficile a) dalle imponenti fluttuazioni di ordine naturale, b) dalla moltitudine delle azioni umane che possono avere importanti conseguenze sulla struttura delle varie biocenosi — interventi che modifichino le caratteristiche idrografiche, attività di pesca, ecc. — c) e, infine, della diversità degli stessi fenomeni d'inquinamento — inquinamento organico « primario », fenomeni di eutrofizzazione, effetti tossici, inquinamento termico, eccetera — che spesso vengono a sovrapporsi nelle medesime zone; questo tipo di studio, nonostante le difficoltà dette, è tuttavia indispensabile se si vuole giungere a qualche valutazione degli effetti in genere meno appariscenti, ma più diffusi e, per certi versi, più temibili, di fenomeni d'inquinamento a lungo termine, subletali.

Per quanto attiene lo studio di fenomeni d'inquinamento connessi alla immissione di metalli pesanti, risulta già assai interessante il rilevamento delle concentrazioni presenti negli organismi acquatici di stanza in una certa zona (ed, eventualmente, nelle stesse persone che si cibano in qualche misura di prodotti della pesca), nonché la valutazione della tossicità acuta mediante saggi biologici.

Non v'è dubbio che questo tipo di misurazione consenta di valutare la gravità dei fenomeni d'inquinamento in un certo corpo idrico meglio di quanto non lo consentano le determinazioni analitiche sulla qualità delle acque del ricettore e, a maggior ragione, di quanto non sia consentito dalla conoscenza delle caratteristiche qualitative e quantitative degli effluenti più o meno trattati che interessano quel ricettore.

Per questi motivi si deve riconoscere che la semplice elencazione delle concentrazioni riscontrabili in una pur importante categoria di acque reflue — quale è quella rappresentata dagli scarichi urbani — è di portata piuttosto limitata per quanto attiene la risposta da dare ai vari quesiti menzionati.

In particolare, non sembra possibile giudicare in tutta generalità, dopo aver esaminato i dati presentati, se con gli scarichi urbani, più o meno depurati, si versino pochi, tanti, troppi metalli pesanti nell'ambiente.

Tuttavia si ritiene che il tipo d'informazione di cui si parla costituisca un riferimento indispensabile (non solo per quanto può attenere, come si è detto, il rispetto di certe norme, ma anche) ai fini di una indispensabile azione di tutela di carattere preventivo; quest'ultima si fonda oggi, nel migliore dei casi, sull'ottemperanza a certi requisiti di qualità per le acque ricettrici e necessita, a questo fine, di previsioni analitiche che tengano conto almeno delle caratteristiche idrografiche e chimiche del recettore, dei fenomeni di propagazione dei vari scarichi in seno al medesimo, del carico inquinante che, in determinate ipotesi sul tipo di trattamento cui sono assoggettati tali scarichi, verrà complessivamente a gravare nonché, infine, degli usi più « esigenti » che riguardano il ricettore.

In queste prospettive e con questi limiti, la presente nota pare rivestire un certo interesse di carattere non solo « impiantistico »; interesse che si è cercato di accentuare presentando anche una serie di dati e di considerazioni, relativi a « standards » e requisiti di qualità adottati o proposti per vari ricettori e con riferimento a vari usi; sono infine effettuati alcuni raffronti tra le percentuali caratteristiche delle varie fasi (fase disciolta, varie frazioni dei solidi sospesi, solidi sedimentabili) con cui le sostanze considerate sono presenti negli scarichi urbani, e vengono di lì rimosse attraverso i processi di depurazione presi in considerazione.

Si è ritenuto opportuno raccogliere i vari dati in tre tabelle, corredate da note esplicative.

Si rinvia quindi l'attenzione, per quanto attiene la presentazione degli elementi in base ai quali si è cercato di trarre le varie risposte ai quesiti prospettati nelle premesse, alle tabelle medesime.

La prima di esse (tab. 1) raccoglie dati relativi alle caratteristiche dei liquami bruti (concentrazioni totali di Cu, Hg, Pb, Cd nel liquame); accanto ai valori medesimi si è ritenuto utile, qualora possibile, riportare anche i valori estremi riscontrati (questi ultimi rivestono considerevole importanza, specie nei confronti di normative i cui limiti siano concepiti come valori massimi da non superare mai; ciò a prescindere dallo scarso significato statistico che riveste siffatta formulazione).

Tali valori estremi sono interessanti perché consentono di dare un certo significato anche a determinazioni episodiche le quali — non conoscendo a priori l'ordine di grandezza delle variazioni percentuali che il parametro può subire — quasi nulla altrimenti direbbero circa le caratteristiche del liquame.

Assai importante è stata ritenuta l'annotazione della dotazione idrica (o, più precisamente, dei contributi unitari in fognatura) in quanto da essa è possibile risalire alle determinazioni che più interessano ai fini della generalità, e cioè ai contributi unitari (es.: gr. Cu/abit. anno).

Quando non nota direttamente, la dotazione idrica è stata dedotta dal BOD medio dei liquami (sulla base di contributi unitari di 60 gr./ab. g. per i piccoli centri e di 80 gr./ab. g. per grossi centri con rilevanti immissioni di origine industriale).

In alcuni casi le caratteristiche del liquame brutto sono state dedotte da quelle dell'effluente primario, quando solo queste ultime erano disponibili e risultava anche indicato il grado di rimozione conseguito attraverso la semplice chiarificazione.

Si sono scartati tutti quei dati che non risultavano corredati da chiare indicazioni circa modalità del prelievo, numero di campioni, o che risultavano o di ordine di grandezza diverso rispetto i valori consueti, o, comunque, di dubbia attendibilità, (per motivi del genere alcuni dati reperibili nell'*Handbook of Env. control*, di Bond e Straub - CRC press - 1974, non sono stati riportati).

Quando erano forniti valori attendibili relativi all'effluente primario, ma non pareva possibile risalire in maniera attendibile alle concentrazioni originarie, si sono riportati quei dati, che risultano comunque interessanti almeno sotto il profilo di uno dei quesiti prospettati (è possibile con un primario rispettare le tabelle « A » e « C » della legge 319?).

Dalla Tabella 1 possono essere dedotti, con una certa approssimazione, i contributi unitari (gr. metallo/abit. anno) per i vari metalli trattati.

I dati disponibili, si rammenta, sono piuttosto pochi; si ritiene però che così come circa 10 anni fa i contributi unitari più frequentemente citati riguardavano il BOD e i solidi sospesi, mentre oggi sono di uso corrente per valutazioni di ordine ambientale e impiantistico i corrispondenti dati per i nutrienti, in un prossimo futuro anche il carico di metalli pesanti proprio delle reti urbane sarà regolarmente oggetto di analoghe quantificazioni.

Il rapporto UNEP (1978) [26], riporta a questo proposito alcuni dati che possono servire di utile raffronto.

Altri dati analoghi sono forniti da PEARSON (1972) [10] per due zone diverse, entrambe industrializzate, (la zona b meno della a), gli uni e gli altri sono messi a raffronto con i dati derivati da questa rassegna, (tab. 2).

Si è ritenuto opportuno prendere in considerazione anche altri metalli pesanti (Zn, Cr) al fine di valutare meglio il grado di corrispondenza delle varie fonti, tra di loro.

Sul contenuto della Tabella 5 possono essere effettuate numerose considerazioni; ci si limiterà qui ad osservare che, almeno negli ordini di cifra, i dati riportati corrispondono abbastanza bene tra di loro, se si pensa che i dati UNEP si riferiscono a scarichi eminentemente domestici, i dati di PEARSON [10], a zone industrializzate (la zona a, in particolare, può addirittura essere considerata « mista » civile - industriale), e i dati esposti nella Tabella 1 a una varietà di casi, rientrati però, per lo più, nella normalità (centri urbani, anche di considerevoli dimensioni, con contributi in fognatura di origine industriale non eccezionali).

Una anomalia è effettivamente riscontrata fra i dati dedotti dalla Tabella 1 e i dati di PEARSON [10], a), b) per il Cd; ciò dipende, probabilmente, da una svista del traduttore o del tipografo.

Per quanto attiene la percentuale che può essere rimossa attraverso il primario, i dati UNEP non si trovano in buon accordo con gli altri; la percentuale di Pb che può essere rimossa attraverso il primario sarebbe infatti nettamente superiore rispetto al Hg; ciò sebbene il Hg sia associato in misura molto più rilevante del Pb a particelle sospese.

In definitiva pare che la seguente Tabella 3 rappresenti discretamente valori medi applicabili a normali centri urbani.

Nell'esaminare la Tabella 3, che riassume le varie risposte ai vari quesiti avanzati nelle premesse, è opportuno rammentare:

Hg	ME																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TABELLA 1 - Concentrazioni di Cu, Hg, Cd, Pb, in liquami urbani, (in ppb).
(tra parentesi, l'afflusso unitario in fogna, quando noto, l/ab. σ).
Raffronto colle tabelle « A » e « C » della legge 319.

TABELLA 1: *Annotazioni e simboli.*

m	=	valore minimo
M	=	massimo
ME	=	medio
*	=	valore dedotto
?	=	valore dubbio
**	=	effluente primario

- (1) Sette campioni in sette giorni distinti.
- (2) Abbondante presenza d'acqua d'infiltrazione, che diluisce il liquame circa 10 volte.
- (3) Otto campioni in otto giorni diversi — l'infiltrazione d'acqua di mare in fognatura è apprezzabile.
- (4) N. 4 campioni mediati nello stesso giorno, prelevati all'ingresso dell'impianto di depurazione.
- (5) Media di 21 campioni (campioni medi ponderati mensili), riferiti a diverse zone della Contea di New York.
- (6) Zone caratterizzate da forti afflussi industriali.
- (7) Zone tipicamente residenziali.
- (8) New York — media su 15 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 15 giorni diversi).
- (9) New York — media su 12 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 12 giorni diversi).
- (10) New York — media su 21 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 21 giorni diversi).
- (11) New York — media su 8 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 8 giorni diversi).
- (12) New York — media su 7 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 7 giorni diversi).
- (13) New York — media su 18 campioni (c. medi giornalieri, raccolti in 7 giorni diversi).
- (14) Valor medio — liquame brutto prelevato dall'impianto di depurazione.
- (15) Valor medio — liquame brutto di una tipica zona residenziale.
- (16) Campioni provenienti da 103 impianti, nel territorio U.S.A., raccolti precedentemente al 1978; sono stati scartati il 15% dei valori più alti e il 15% dei valori più bassi.
- (17) Valutazione ristretta a 6 dei 103 impianti detti, che ricevono insignificanti contributi industriali.
- (18) Valore dedotto dalla concentrazione dell'effluente primario, in funzione dell'abbattimento indicato per l'impianto (36%).
- (20) Versa 2/3 di effluente primario, 1/3 di effluente secondario (fanghi attivi) e il surnatante del digestore.
- (21) Versa 90% di effluente primario, 10% di effluente secondario.
- (22) Si tratta di una cittadina di 25.000 abitanti, servita da trattamento biologico classico con coprecipitazione del fosforo. Le immissioni in fognatura di carattere industriale sono considerevoli.
I prelievi si sono protratti per una settimana, ricavando per ogni giorno un campione mediato ponderale nelle 24 ore.
E' stata effettuata, in un'occasione, l'analisi di 12 campioni — ognuno di essi mediato, relativo a due ore — raccolti lungo una intera giornata.
- (23) 59 ppb presenti nell'acqua potabile.
- (24) Valori dedotti in base al contributo/ab. (gr./ab. giorno).
- (25) Non risulta chiaro se i limiti si riferiscono a valori medi o a valori massimi.

	[26]	[10]		Valori dedotti dalla tab. n. 1 - 80% dei dati compresi tra
		a)	b)	
Cu		65	11,6	7,3 ÷ 25
Hg	0,02 ÷ 0,04			0,07 ÷ 0,2
Pb	10 ÷ 20	182	27	4,3 ÷ 16,4
Cr	10 ÷ 30	62**	33**	
Zn	50 ÷ 100	116	76	
Cd		0,071	0,027	0,36 ÷ 5,8

TABELLA 2 - Contributi unitari (g/ab. anno).

	C ₀	C ₁	C ₂	Legge 319	
				Tab. 'C'	Tab. 'A'
Cu	100 ÷ 250	20 ÷ 30% 70 ÷ 200	85% 15 ÷ 40	400	100
Pb	70 ÷ 180	10 ÷ 15% 60 ÷ 160	75% 17 ÷ 30	300	200
Cd	5 ÷ 60	10 ÷ 20% 4 ÷ 5,4	55% 2 ÷ 30	20	20
Hg	1 ÷ 3	10 ÷ 30% 0,5 ÷ 2,7	40 ÷ 70% 0,3 ÷ 2	5	5

TABELLA 3 - Concentrazioni medie (in ppb) nei liquami bruti, (C₀) negli effluenti primari (C₁) e negli effluenti secondari (C₂).

a) La rimozione dei metalli nei trattamenti considerati è correlata in ampia misura al grado con cui sono rimosse le particelle non disciolte e al grado con cui i vari metalli sono associati alle particelle dette.

Quest'ultimo può essere connesso a fenomeni di scambio ionico, di ossidazione, di precipitazione, di coagulazione che dipendono dalla concentrazione e dalle forme in cui i metalli sono presenti, dalle caratteristiche (durezza, ecc.) del liquame, e dal tipo di trattamento.

Si giustificheranno quindi, in ogni caso, scarti dai valori considerati.

Al tempo stesso non è consigliabile effettuare confronti con risultati di esperienze effettuate su liquami artificiali, aggiungendo artificialmente diverse quantità di metallo; tali esperienze possono, agli effetti che qui si considerano, essere di significato assai limitato.

b) Le quantità di Cu e di Pb che si trovano nei liquami urbani dipendono in misura rilevante dalle quantità rilasciate dalla rete di distribuzione o in essa immesse (è il caso del Cu, immesso nei serbatoi fino a $50 \div 60$ ppb per il controllo delle alghe). La valutazione dei corrispondenti contributi unitari potrebbe essere più precisa, dunque, conoscendo le caratteristiche dell'acqua potabile fornita.

Al tempo stesso, e diversamente da quanto avviene per classici parametri rappresentativi del carico organico (BOD, N, P, coliformi) l'aumento delle dotazioni idriche può non comportare una corrispondente riduzione nelle caratteristiche qualitative allo scarico. (Si veda il caso degli scarichi di Barcola e di Servola, a Trieste, Tab. 1).

c) La presenza del Cd in quantità preoccupanti pare nettamente dipendente da immissioni industriali.

d) Nel valutare i benefici ambientali conseguiti attraverso la rimozione di una certa frazione del carico inquinante, dovrà tenersi conto, tra l'altro, della percentuale rimossa rispetto le quantità che vengono per altre vie (per il Pb si pensi alle acque di pioggia), complessivamente versate nel ricettore (OLIVOTTI, 1975) [27].

In definitiva non pare che si possa affermare, in base agli elementi suddetti, che qualsiasi scarico civile costituisca una minaccia d'inquinamento per quanto attiene i metalli considerati, è anche vero che, in molti casi, il divario tra le caratteristiche degli effluenti e i valori delle soglie di rischio « a lungo termine » è considerevole, tanto più se si considerano il continuo aumento delle portate delle acque reflue e la frequente concomitanza di più scarichi in una medesima zona; ciò vale anche, sebbene in misura considerevolmente inferiore, per gli effluenti trattati.

LETTERATURA CITATA

(* = non consultato direttamente)

- [1] VERSINO C. *et al.* (1978) - Le acque reflue municipali della città di Torino. Nota 4. Metalli - Valutazioni conclusive. *Inquinamento*, n. 2.
- [2] KLEIN L.A., *et al.* (1974) - Sources of metals in New York city wastewater. *JWPCF*, n. 12.
- [3] DAVIS A.I., JACKNOW I. (1974) - Heavy metals in wastewater in three urban areas. *JWPCF*, n. 9.
- [4] SCHWARTZ H.G., *et al.* (1978) - The impact of toxic pollutants on disposal from wastewater systems. *Ind. W. Eng.*, Vol. 15, n. 6.
- [5] Southern California coastal water research project (1973) - 3 Years rept. - The ecology of Southern California bight-implications for water quality management. *SCCWRP, el Segundo, California*.

- [6] Southern California coastal water research project (1974) - 1973 rpt. - SCCWRP, *el Segundo, California*.
- [7] Southern California coastal water research project (1978) - 1977 rept. SCCWRP, *el Segundo, California*.
- [8] AMMAN P. (1977) - Etude des metaux lourds dans une station d'epuration. *Techn. Sciences munic.*, n. 11.
- [9] Legge 10 maggio 1976, n. 319 - Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. *Gazzetta Ufficiale, Repubblica Italiana*, n. 141, 29.5.1976.
- [10] PEARSON E.A. (1972) - Sistemi di smaltimento delle acque residue nelle zone costiere. *Atti Convegno intern. « Scarichi a mare »* Eugenio de Fraja-Frangipane, Marina Aurisina, luglio 1972.
- [11] CHEN Kiy, *et al.* (1974) - Trace metals in wastewater effluents. *JWPCF*, n. 12.
- [12] BARTH E.F., *et al.* (1965) - Field survey of four municipal wastewater treatment plants receiving metallic wastes. *JWPCF*, n. 8.
- [13] WOOD D.K., TCHOBANOGLOUS G. (1975) - Trace elements in biological waste treatment. *JWPCF*, n. 7.
- [14] HELTZ G.R., *et al.* (1975) - Behaviour of Mn, Fe, Cu, Zn, Cd and Pb discharged from a wastewater treatment plant into an Estuarine environment. *Water Res.*, Vol. 9, pp. 631 to 636.
- [15] Regione Lombardia - Assessorato Ecol. e pesca (1972) - Risultati dell'attività della commissione per i limiti di accettabilità degli effluenti liquidi. Milano, aprile.
- [16] OLIVOTTI R. (1975) - Criteri di smaltimento in mare in Italia. *Ingegneria Ambientale*, gennaio febbraio.
- [17] MENDIA L. (1970) - Conclusioni e proposte. *Atti del Convegno « Tutela delle acque dall'inquinamento »*, Milano, FAST.
- [18] ——— (1974) - EPA - proposed toxic substances standards. *Clean water report*, January 4, pag. 3.
- [19] State of California - State water resources control board (1977) - Proposed Amendments to the Water quality control plan for ocean waters of California. *Ocean plan - The resources agency, secretary for resources*.
- [20] SCHMIDT C.I., *et al.* (1975) - Municipal waste water reuse in the U. S. *JWPCF*, n. 9.
- [21] National Swedish nature cons. office (1969) - Report on Water Quality Criteria for Swedish surface waters, publ. 1969 I.E.
- [22] DE FRAJA-FRANGIPANE E., PEARSON E.H. (1973) - Inquinamento marino e scarichi a mare. *Atti del II Convegno Int., Sanremo*.
- [23] MARCHETTI R., *et al.* (1972) - Elementi e criteri per la definizione di accettabilità delle acque di scarico. *IRSA, Sez. di idrobiologia applicata, Milano*.
- [24]* LIEBMANN H. (1960) - Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie -
- [25]* Dipartimento fed. dell'interno svizzero (1966) - Limiti per lo scarico delle acque di rifiuto in fognatura. (Citato in Leggi Federali Svizzere in materia di protezione delle acque contro l'inquinamento - Pubbl. IAq/021; *Istituto di Ingegneria Sanitaria del Politecnico di Milano*).
- [26] UNEP (1978) - Pollutants from land based sources in the Mediterranean, UNEP/IG. II/INF. 5; *Inter. gov. Review Meeting of Medit. Coastal States on the Med. Act. plan*.
- [27] OLIVOTTI R. (1975) - A comparison between the efficacy of submarine outfall

- disposal of advanced primary effluent and conventional treatment, *EAS* 1975, Monaco.
- [28] Southern California coastal water research project, (1976) - 1975 rpt, *SCCWRP, El Segundo, California*.
- [29] Southern California coastal water research project (1977) - 1976 rpt, *SCCWRP, El Segundo, California*.
- [30] Southern California coastal water research project (1975) - 1974 rpt, *SCCWRP, El Segundo, California*.
- [31] BERNHARD M., ZATTERI A. (1973) - I maggiori contaminanti nell'ambiente marino. Atti del II Convegno Internazionale sugli scarichi a mare - Sanremo - *Istituto di Ingegneria Sanitaria* - Politecnico di Milano.

La presente nota costituisce un estratto di un lavoro più ampio pubblicato su: *Scienze del Lavoro, Trieste*, 1 (1980).