

Indicatori per il mare: prima applicazione di un approccio integrato

Antonio MELLEY

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), Area per la Tutela dell'Ambiente Marino, Lagunare, Lacustre, Costiero e dell'Ittiofauna - Area MARE, Firenze

Riassunto. - Si è tentato di mettere a punto un set di indicatori che consentisse un primo tentativo di valutazione dell'ambiente costiero italiano, sulla base dello schema DPSIR (determinanti, pressioni, stato, impatto, risposta), metodologia in grado di descrivere le diverse componenti di un sistema ambientale. Gli indicatori individuati sono i seguenti: popolazione e turismo (determinanti); attività produttive, carico organico potenziale, carichi trofici, traffico marittimo, flotta peschereccia, pesca ed acquacoltura (pressioni); indice di stato trofico TRIX ed indice di qualità batteriologica IQB (stato); balneabilità (impatto); bilancio depurativo, catasto degli scarichi ed aree protette (risposte). Per ogni indicatore viene presentata una breve descrizione delle caratteristiche, delle modalità di costruzione e del significato ambientale e ne vengono discussi pregi e difetti.

Parole chiave: indicatori, DPSIR, acque costiere, balneazione, stato dell'ambiente.

Summary (*Indicators for marine environment: a preliminary application of an integrated approach*). - A draft set of indicators was selected to make a state assessment of Italian coastal environment, based upon DPSIR scheme (driving, pressure, state, impact, response), a method which can describe different components of complex environmental systems. The selected indicators are the followings: population and tourism (driving); manufacturing, potential organic loads, trophic loads, maritime transport, fishing fleet, fishing intensity, mariculture (pressure); trophic index TRIX, microbiological quality index IQB (state); bathing water quality (impact); waste water treatment budget, register of sewers, protected areas (response). A brief description is presented for each indicator, in relation to their most important features, construction modalities and environmental meaning.

Key words: indicators, DPSIR, coastal waters, bathing waters, state of environmental.

Introduzione

Per poter parlare con sufficiente cognizione di causa di protezione ambientale e per poter operare interventi di risanamento e di tutela è necessario avere una conoscenza approfondita dello stato dell'ambiente, della sua evoluzione, dei processi fondamentali e delle dinamiche di questi. Risulta, inoltre, imprescindibile la consapevolezza dei forti legami che intercorrono tra le diverse componenti ambientali "in senso stretto" e quelle più specificamente economiche, sociali e politiche. Per questi motivi diventa fondamentale possedere degli strumenti conoscitivi potenti, affidabili, di facile lettura e validi per le diverse realtà locali, nazionali ed internazionali. Questi strumenti sono gli indicatori e, ancor più, gli indici ambientali.

Il sistema di indicatori ed indici adottato a livello europeo, sia dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) sia da EUROSTAT, è quello basato sullo

schema DPSIR (*driving, pressure, state, impact, response*). Questo approccio considera sia i fattori che inducono i cambiamenti partendo da lontano (*driving* = cause generatrici o determinanti), sia quelli che gravano più direttamente sull'ambiente, le pressioni, sia quelli che descrivono la situazione attuale, lo stato, sia quelli che misurano gli effetti delle alterazioni, l'impatto, e le contromisure che vengono prese per ridurle, la risposta.

Questo sistema, per poter funzionare, necessita di parametri facilmente e rapidamente misurabili, che forniscano una base dati molto estesa, costantemente aggiornata e controllata ed il flusso delle informazioni deve essere efficiente e continuo, a partire da chi preleva il dato, passando dai centri di raccolta e di controllo, fino al destinatario finale.

Ciò ha determinato la necessità della creazione, in Europa come in Italia, di un sistema conoscitivo ambientale "normalizzato" sia a livello regionale, sia a

livello nazionale e comunitario, relativo alla rilevanza dei dati, alla riconoscibilità ed alla validazione delle fonti, alla sistematicità dell'elaborazione.

Queste esigenze, presenti in Italia fin dalla fine degli anni '80, hanno portato all'ipotesi del Sistema Informativo Ambientale (SINA), affidato direttamente al Ministero dell'Ambiente. Successivamente, nel 1997 con il trasferimento del SINA all'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) si è avviata una fase di sviluppo, attuata con l'apporto delle Agenzie Regionali (ARPA) e delle Province autonome (APPA).

Il modello DPSIR, però, richiede anche una rete di relazioni e di connessioni esterne al sistema delle agenzie ambientali, con gli altri soggetti che, a vario titolo, possono vantare competenze nel campo della raccolta, della gestione e dell'elaborazione dei dati e delle informazioni sull'ambiente: dagli istituti di statistica alle organizzazioni del mondo produttivo, dagli enti di ricerca agli organi istituzionali.

A livello europeo, il modello di rete utilizzato (European Environment Information and Observation Network, EIONET) prevede una struttura articolata su centri di raccolta e di elaborazione dati per i diversi settori ambientali, gli European Topic Centre (ETC), costituiti dai maggiori esperti provenienti dagli stati membri dell'UE, a cui affluiscono le informazioni dai punti di raccolta dati a livello nazionale, i National Focal Point (NFP), che agiscono in sintonia con i National Reference Centre (NRC), competenti per le diverse tematiche.

Dovendo garantire una uniformità tra strutture nazionali e comunitarie, ANPA (NFP per l'Italia) ha adottato lo stesso schema, creando i Centri Tematici Nazionali (CTN), appoggiandosi al sistema delle Agenzie Ambientali (ARPA-APPA), che ormai, dopo sette anni, si può considerare completo ed in grado di coprire tutto il territorio italiano.

I CTN ed i Punti Focali Regionali (PFR), la cui designazione è di competenza delle Regioni, sono i soggetti specificamente orientati all'alimentazione della base conoscitiva, con un ruolo prevalente di produzione di informazioni e conoscenze tipicamente legate all'ambiente.

Attualmente vi sono 6 CTN, ciascuno guidato da una diversa Agenzia regionale (leader), con la partecipazione a vario livello di molte altre (co-leader, partner) e da soggetti esterni (Università, istituti di ricerca, ecc.) come Istituzioni Principali di Riferimento (IPR):

- 1) Atmosfera, Clima & Emissioni in aria (CTN_ACE) - leader: ARPA Lombardia;
- 2) Agenti Fisici (CTN_AGF) - leader: ARPA Emilia-Romagna;
- 3) Acque Interne e Marino costiere (CTN_AIM) - leader: ARPA Toscana;

4) Natura e Biodiversità (CTN_NEB) - leader: ARPA Valle d'Aosta;

5) Rifiuti e Flussi di materiali (CTN_RFM) - leader: ARPA Veneto;

6) Territorio e Suolo (CTN_TES) - leader: ARPA Piemonte.

Sostanzialmente, il ruolo dei CTN è legato alla identificazione degli indicatori necessari a soddisfare le esigenze conoscitive per la gestione integrata dell'ambiente. In base a questi strumenti, alla richiesta della normativa, cioè alle informazioni ed ai controlli che sono previsti dalle varie norme (regionali, nazionali, comunitarie o internazionali) ed alla identificazione delle possibili fonti di dati, devono essere individuati i criteri generali di creazione delle reti per il monitoraggio ambientale, nelle diverse matrici e, di conseguenza, devono essere definiti gli standard informatici e metodologici per la raccolta e la trasmissione dei dati. Altro compito fondamentale è quello di prevedere dei modelli interpretativi degli indicatori all'interno del sistema DPSIR, cercando di definire gli obiettivi di qualità ambientale a cui tendere. Il tutto dovrebbe anche comportare la determinazione dei principi su cui impostare l'attività di reporting ambientale, per coordinare ed uniformare il panorama nazionale e regionale.

Metodologia

Il primo criterio di selezione di indicatori ed indici è stato quello di valutare le esperienze già maturate all'estero (EEA, OCSE, EUROSTAT, ecc.) in relazione alle peculiarità dell'area mediterranea, considerando quanto richiesto dalla normativa nazionale, europea ed internazionale. Il CTN_AIM nel 1999 ha prodotto il primo documento di individuazione degli indicatori per le acque, comprendendo anche quelle marine (*Manuale degli indici e degli indicatori* [1]), sulla base del quale sono stati realizzati degli studi applicativi su alcune limitate realtà regionali, raccolti nel volume *Verso il 1° rapporto sui corpi idrici italiani* [2] e, in particolare, il caso studio sul litorale toscano, realizzato da ARPA Toscana.

Prendendo spunto da queste esperienze nel 2000, il Ministero della Salute, con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), ha chiesto la collaborazione del Ministero dell'Ambiente, dell'ANPA e del CTN_AIM, della Regione Toscana e dell'ARPAT, per studiare la realizzazione di un rapporto che mettesse in relazione la qualità delle acque di balneazione con le pressioni che su di esse si esercitano. Questo prodotto, che ha tentato di considerare gli aspetti igienico-sanitari, la qualità ambientale ed i fattori di pressione, applicando l'approccio DPSIR alle acque di balneazione della Toscana, è stato allegato al consueto rapporto sulla

Qualità delle acque di balneazione del 1999, con il titolo di *Le pressioni ambientali e la balneazione. Un caso studio: la Toscana* [3].

L'anno successivo, visto il buon esito dell'esperienza toscana, il Ministero della Salute ha proceduto ad un allargamento di questa esperienza ad altre Regioni interessate e si è così potuto realizzare un rapporto su 4 regioni: Toscana, Emilia Romagna, Marche e Sardegna. Questo ha consentito di verificare la validità dell'approccio a realtà territoriali assai diverse, per quanto riguarda le caratteristiche delle acque (Adriatico e Tirreno), delle coste e soprattutto le situazioni di antropizzazione assai variabili.

In questa seconda esperienza si sono introdotti alcuni indicatori, nel frattempo messi a punto dal CTN_AIM, per una miglior valutazione, sia qualitativa che quantitativa, degli apporti antropici. Il volume *Pressioni ambientali e balneabilità. Emilia-Romagna, Marche, Sardegna, Toscana*, edito dal Ministero della Salute, è stato distribuito a parte ma in un circuito analogo a quello del rapporto annuale 2000 sulla *Qualità delle acque di balneazione* [4].

Tra il 2000 ed il 2001, il CTN_AIM ha provveduto alla realizzazione di una nuova applicazione del DPSIR, utilizzando tutti gli indicatori nel frattempo selezionati per le acque interne e marine, stavolta a livello nazionale, il *Rapporto SINAnet sulle acque* [5]. Questo documento è servito per verificare quali indicatori fossero realmente costruibili in modo uniforme su tutto il territorio italiano, valutandone il grado di significatività e la possibilità di aggiornamento, arrivando a darne un giudizio complessivo sulla efficacia di ciascuno.

Infine, a livello regionale, ARPAT ha realizzato, in collaborazione e per conto della Regione Toscana, un primo tentativo di valutazione dell'ambiente marino toscano [6], analizzando secondo la metodologia DPSIR tutta la costa, avendo a disposizione un set di dati completo ed omogeneo.

Sulla base di tutti questi documenti e sull'esperienza maturata nella loro realizzazione, è stato individuato un set di indicatori, che sono apparsi affidabili ed utilizzabili per un'analisi dettagliata a livello di acque costiere. In questa selezione non è stato, però, trascurato di prendere in considerazione anche ciò che, nel frattempo, veniva proposto da altri soggetti nel campo del *reporting* ambientale sulle acque (Regioni, ARPA, EEA, ecc.).

Di certo vi è che la causa determinante (*driving*), di qualunque ambiente si tratti, è rappresentata dall'azione modificatrice, a qualunque livello, da parte dell'uomo. Nel caso particolare delle acque costiere, ciò si traduce nella presenza antropica sulla fascia costiera, che può essere facilmente e schematicamente quantificata tramite il numero di abitanti (popolazione residente e densità di popolazione) ed il turismo

(presenze turistiche, densità turistica ed incidenza del turismo sulla popolazione).

Se, poi, andiamo a considerare quale sia la reale pressione causata dall'antropizzazione, vediamo come il principale mezzo di trasferimento degli inquinanti dal territorio costiero all'ambiente marino sia quello "liquido" (*), cioè tramite i corsi d'acqua che sboccano a mare, veicolando tutto ciò che recepiscono in termini di scarichi diretti ed indiretti. I carichi fluviali, quindi, dovrebbero dare un'esatta stima della pressione che viene esercitata.

Tuttavia, l'inadeguatezza delle reti di monitoraggio quantitativo dei corsi idrici (il regime fortemente torrentizio della maggior parte dei corsi d'acqua ne rende ardua la stima della portata) ed il numero stesso di quelli che confluiscono al mare (dai piccoli fossi ai canali artificiali, dai torrenti ai fiumi), non consentono un bilancio completo dei carichi inquinanti. Allora, è stato necessario stimare la restante parte dei carichi immessi in mare tramite dati indiretti di produzione agricola, zootecnica ed industriale, oltre che di popolazione e turismo. Sulla base di questi dati è stato valutato il carico organico potenziale ed i carichi trofici (azoto e fosforo), in riferimento alle quantità potenzialmente prodotte dai diversi settori ed introdotte nell'ambiente idrico.

Inoltre, per avere qualche informazione sulla possibilità di immissione di altre tipologie di sostanze inquinanti, meno abbondanti ma altrettanto dannose per gli ecosistemi (metalli pesanti, solventi clorurati, PCB, IPA, pesticidi, fitofarmaci, ecc.) è stato preso in considerazione lo sviluppo industriale, come numero di addetti alle attività produttive, considerando in particolare quelle di tipo manifatturiero (le "industrie" vere e proprie).

Infine, come ulteriori fattori di pressione sono state valutate le attività che avevano dirette conseguenze sulle risorse ittiche, cioè la pesca, l'acquacoltura ed il traffico marittimo, quest'ultimo anche per le gravi conseguenze che può provocare in termini di inquinamento massivo ed altamente tossico (idrocarburi, composti organostannici, ecc.).

Dal punto di vista dello stato e della qualità delle acque, è stato valutato il grado di trofia del sistema attraverso l'indice TRIX. Inoltre, dato che non si potevano tralasciare gli aspetti legati specificatamente alla acque di balneazione, facenti parte a pieno titolo di quelle costiere, sono stati utilizzati i dati del monitoraggio ai sensi del DPR 470/82 per costruire un indice

(*) In realtà, anche le emissioni atmosferiche sono una modalità di trasferimento degli inquinanti verso l'ambiente marino, non solo costiero, ma hanno una certa rilevanza solo a livello di grande circolazione, di scambi tra bacini (per esempio tra Mar Mediterraneo ed Oceano Atlantico) ed evoluzione temporale a media e grande scala del bilancio delle sostanze chimiche.

di qualità batteriologica, che rappresentasse non tanto un livello igienico quanto un grado di compromissione delle acque dovuto a scarichi civili.

L'impatto, per ora, è stato possibile valutarlo solo sulle acque di balneazione, attraverso l'idoneità alla balneazione (balneabilità), in quanto solo in questo campo si hanno elementi certi di conseguenze sulle attività umane ed esistono dati raccolti a questo scopo.

Nel campo delle risposte messe in atto dalle pubbliche amministrazioni per eliminare o mitigare i fattori di alterazione delle acque, si può considerare come predominante lo sforzo fatto nel settore degli scarichi, sia attraverso il bilancio depurativo, cioè la quantità di sostanza organica (in abitanti equivalenti) trattata dagli impianti rispetto a quella potenzialmente prodotta, sia come controllo di tipo amministrativo sulle autorizzazioni (catasto degli scarichi). Infine, è stata valutata l'attenzione rivolta alla tutela ed alla conservazione degli ambienti naturali, tramite l'istituzione di aree protette.

Risultati

L'ambito territoriale considerato

Le zone costiere costituiscono degli ambienti complessi, influenzati da vari fattori di origine naturale antropica (idrologici, geomorfologici, socio-economici), sia nelle componenti terrestri che marine, e necessitano ovviamente di una gestione integrata che consideri tutti questi aspetti.

Per poter comprendere, valutare e gestire i vari fenomeni che si sviluppano sulla fascia costiera, è necessario, innanzitutto definirne i limiti territoriali, fisiologici ed ecologici degli ambienti considerati. Naturalmente, dovendo applicare un modello concettuale ed interpretativo a situazioni naturali, sono necessarie delle schematizzazioni e semplificazioni che riducono la variabilità intrinseca, permettendo comunque un'analisi dei fenomeni.

Generalmente le zone costiere vengono definite come estensioni "marine": "dal limite di marea fino alla parte più esterna della piattaforma continentale", "zona che circonda il continente per 200 miglia nautiche della zona economica esclusiva" [6], "zona di circa 120 miglia che si estende verso il mare includendo ecosistemi come le praterie di fanerogame, e le barriere coralline e che comunque incorpora gli estuari e le acque salmastre" [8]. Tali definizioni difficilmente si adattano a situazioni particolari quali quella mediterranea.

Per ciò che riguarda l'estensione "terrestre", il limite interno della zona costiera viene spesso esteso all'interno dei bacini dei fiumi che defluiscono in mare, perché il flusso d'acqua dolce insieme al carico dei sedimenti e della sostanza organica trasportata

fanno parte integrante della dinamica costiera [9]. Una definizione inerente alla parte "terrestre" della fascia costiera generalmente utilizzata, soprattutto per cercare di uniformare l'estensione spaziale, è quella di considerare una fascia terrestre di 10 km di larghezza all'interno della linea di costa. Tale approccio è stato utilizzato ad esempio nei rapporti della Commissione Europea e dell'Agenzia Europea per l'Ambiente [10].

Vista la notevole indeterminatezza della definizione di "fascia costiera" o, comunque, la notevole complessità di una trattazione ben rispondente a tutte le diverse situazioni territoriali, morfologiche, economiche e demografiche, il campo di indagine è stato ristretto ai soli comuni che possedessero almeno un piccolo tratto di costa, sia continentale che insulare. In tal modo sono stati ottenuti due vantaggi: un criterio oggettivo ed uniforme per tutto il territorio regionale e, soprattutto, il riferimento all'entità amministrativa "comune", presente in moltissime banche dati da cui sono stati prelevati i dati necessari alla costruzione degli indicatori. Naturalmente, un criterio così restrittivo, presenta i suoi limiti quando si vanno ad analizzare situazioni puntuali o di particolare rilevanza, anche in considerazione della notevole diversità che presentano le coste italiane.

Per quanto è stato possibile, quindi, sono stati reperiti i dati disaggregati in modo da consentire un'analisi dei diversi indicatori riferita ai soli comuni della fascia costiera (644). Quando non sono stati reperiti i dati comunali, è stato comunque riportato a questa unità territoriale il dato disponibile, operando nel modo seguente:

- se il dato era "provinciale", conoscendo la popolazione residente nei comuni costieri rispetto al totale della Provincia di appartenenza è stato stimato che in uguale proporzione fossero anche distribuite le presenze turistiche;

- se il dato era "regionale", non è stato utilizzato, in quanto gli errori a cui si sottoponeva erano troppo elevati, fatta eccezione per quegli indicatori prettamente marini, quali flotta peschereccia, pesca, balneazione e traffico marittimo, il cui ambito è comunque la costa, anche se il dato risulta apparentemente riferito all'intera regione.

La costruzione degli indicatori

Di seguito si riportano, per ogni indicatore individuato, le principali caratteristiche, il significato e le modalità di costruzione utilizzate (*).

(*) Il CTN_AIM sta curando la pubblicazione di un nuovo manuale degli indicatori per le acque, al quale si rimanda per una descrizione maggiormente dettagliata ed aggiornata.

• **Popolazione e densità di popolazione (determinante)**

Definizione: distribuzione spaziale e/o temporale della popolazione residente e della densità abitativa nell'area di interesse.

Dati: ISTAT, "Censimento della popolazione" 1951, '61, '71, '81, '91 e 2001 (dettaglio a livello di sezione censuaria), "Movimenti anagrafici" 1997, '98, '99 e 2000 (dettaglio comunale e minor uniformità dei dati).

Descrizione: dai dati della popolazione residente, così rilevati, si ottiene la concentrazione sul territorio (densità) dividendo il numero di abitanti (Ab) per la superficie totale dell'area di interesse o per la lunghezza della costa.

Scopo: valutare l'incidenza dello sviluppo demografico in base al territorio sul quale insiste per prevedere effetti sulla disponibilità delle risorse e sulla naturalità degli ecosistemi.

Unità: Ab; Ab/km²; Ab/km.

• **Presenze turistiche e incidenza del turismo (determinante)**

Definizione: numero di presenze turistiche e rapporto percentuale sugli abitanti residenti (Incidenza del turismo).

Dati: rilevati da parte degli uffici statistici provinciali e/o regionali e dagli enti turistici e immessi nel sistema statistico nazionale (SiStaN) per le elaborazioni successive da parte dell'ISTAT, effettuate con cadenza annuale.

Descrizione: le presenze turistiche (dato fornito) sono relative al numero delle notti (giorni) trascorse dai clienti negli esercizi ricettivi; per poter meglio riferire il dato alla situazione costiera sarebbe opportuno poterlo possedere differenziato per tipologia turistica (balneare, culturale, montana, ecc.). Calcolando il rapporto, in percentuale, tra le presenze ed i residenti nel periodo di interesse, si ottiene l'incidenza del turismo sulla popolazione, facendo attenzione a rapportare alla stessa unità di misura i due termini, nominatore e denominatore, tramite la moltiplicazione degli abitanti residenti per i giorni considerati:

$$\frac{\text{presenze}}{\text{Ab}} \times \frac{1}{\text{giorni}} \times 100$$

giorni = 365 (anno) o 153 dal 1° maggio al 30 settembre

Scopo: valutare la rilevanza del fenomeno "turismo" sul territorio di interesse, in qualità di potenziale consumo delle risorse ed impatto sugli equilibri degli ecosistemi, e la sua incidenza rispetto alla popolazione su queste stesse componenti, per comprendere quanto un territorio possa essere più o meno in grado di assorbirne il carico.

Unità: presenze in un anno o in una stagione (n) e sua percentuale sugli abitanti (%).

• **Attività produttive (pressione)**

Definizione: numero di addetti alle imprese per le diverse tipologie di attività produttive, maggiormente impattanti per l'ambiente (manifatture, trasporti, ecc.).

Dati: ISTAT, censimenti nazionali delle attività produttive 1951, '61, '71, '81, '91, 2001 e censimento intermedio 1996.

Descrizione: sulla base della classificazione delle imprese 1996 (ATECO5) sono state valutate le attività che potevano essere più impattanti per l'ambiente idrico, raggruppandole in manifatturiere (Manif.), classi ATECO5 da 15 000 a 40 000, e legate ai trasporti (Trasp.), classi da 60 000 a 65 000. Oltre ai valori assoluti degli addetti totali e dei due gruppi, si deve calcolare il rapporto (in percentuale) tra questi settori ed il totale di addetti.

Scopo: misura della pressione potenzialmente esercitata da parte delle attività produttive, sia come apporti inquinanti in genere che come consumo delle risorse.

Unità: numero di addetti (n).

• **Carichi fluviali (pressione)**

Definizione: quantità di sostanze (azoto ammoniacale, nitrico e nitroso, fosforo totale e ortofosfato, metalli pesanti) veicolate dai fiumi al mare.

Descrizione: dai dati di portata giornaliera (m³/s) e di concentrazione (g/m³) delle sostanze veicolate, rilevati con frequenza almeno mensile, si calcolano la media mensile di portata (m³/s) ed il carico medio mensile (kg/mese), come specificato nelle seguente equazione:

Carico medio mensile (kg/mese) =

$$\frac{\sum_{i=1}^n Q_d}{n} \times \frac{\sum_{m=1}^m [X_m]}{m} \times \frac{86400 \times n}{10^6}$$

Q_d = portata giornaliera in dm³/s; n = numero di giorni del mese; [X_m] = concentrazione in mg/dm³ rilevata in un campionamento; m = numero di campionamenti nel mese; 86 400 = numero di secondi in un giorno. La somma dei carichi complessivi dei 12 mesi darà il carico annuale (t/anno).

Scopo: studio dell'impatto fluviale sulle acque marine costiere, anche riguardo all'eutrofizzazione, per valutare le pressioni non generate direttamente nella fascia costiera.

Unità: t/anno.

• **Carichi trofici (pressione)**

Definizione: quantità di azoto e fosforo generate da parte del settore civile, industriale, agricolo e zootecnico e potenzialmente immesse nell'ambiente idrico.

Tabella 1. - Coefficienti per il calcolo dei carichi trofici (azoto e fosforo) divisi per settore di produzione

Settore	Parametro	Dati	Coeff. N	Coeff. P	Unità
Civile	Popolazione	Abitanti	4,50	0,67	kg/abitante
	Turismo	Presenze/365	4,50	0,67	kg/presenza
Industriale	Addetti	Classi ATECO5 da 10 000 a 45 000	10	(a)	kg/addetto
Agricoltura	Suolo coltivato	SAU	(b)	(b)	
	Suolo incolto	Sup. totale – SAU	2	0,10	kg/ha
Zootecnia	Bovini	Capi	54,80	7,40	kg/capo
	Equini	Capi	62,00	8,70	kg/capo
	Ovo-caprini	Capi	4,90	0,80	kg/capo
	Suini	Capi	11,30	3,80	kg/capo
	Pollame	capi	0,48	0,17	kg/capo

(a) per il carico di fosforo del settore industriale il CNR-IRSA suggerisce di considerare il 10% di quello attribuibile alla popolazione residente; (b): per il suolo coltivato (SAU) le quantità di N e P contenute nei fertilizzanti a livello regionale (dati ISTAT) sono state divise per gli ettari di SAU di ciascuna regione, in modo da ottenere un dato medio di N e P per unità di SAU; moltiplicando questo per la SAU di ogni comune (o di una provincia) si può stimarne il contributo comunale (o provinciale).

Dati: per popolazione, turismo e addetti vedi indicatori precedenti; per agricoltura e zootecnia: ISTAT, censimento generale dell'agricoltura 1960, '70, '80, '90, 2000 ed altre indagini campionarie con rilevazioni più frequenti.

Descrizione: calcolo delle quantità di N e P attraverso l'uso dei coefficienti di conversione messi a punto dal CNR-IRSA secondo la Tab. 1.

Scopo: valutare la pressione dovuta all'immissione nell'ambiente di nutrienti che, una volta trasferiti ai corpi idrici, possono essere un importante fattore di alterazione degli ecosistemi, soprattutto a carico della componente biologica.

Unità: t/anno.

• Carichi organici potenziali (pressione)

Definizione: stima dei carichi organici potenzialmente generati dal settore civile, industriale e zootecnico nell'area di interesse.

Dati: ISTAT, vedi indicatori precedenti.

Descrizione: calcolo degli abitanti equivalenti (AbEq) civili, produttivi e zootecnici nell'area di interesse (comune), attraverso l'uso di coefficienti di conversione secondo lo schema seguente:

- civile: numero di abitanti + (presenze turistiche/365)
- attività produttive: numero di addetti x coefficienti del CNR-IRSA (Tab. 2).
- zootecnia: numero di capi allevati x coefficienti del CNR-IRSA (bovini 8,16; equini 8,08; ovo-caprini 1,78; suini 1,95; pollame 0,20).

Scopo: valutare la pressione esercitata sulla qualità della risorsa idrica dai carichi inquinanti che teoricamente giungono ad essa.

Unità: AbEq.

Tabella 2. - Coefficienti per il calcolo dei carichi organici potenziali per le attività produttive

Cod. ATECO5	Coeff. CNR-IRSA	Cod. ATECO5	Coeff. CNR-IRSA
10100-10300	20	25110-25240	10
11110-11200	30	26110-26820	1,5
12000	0,6	27100-27540	2,3
13100-13200	5	28110-28756	2
15111-15990	98	29111-29720	1
16000	7,5	30010-30020	0,6
17110-17300	17	31101-32300	1
17401-18300	0,6	33101-33500	0,6
19100-19303	17	34100-36636	1,7
20100-20522	1,6	37100-37202	0,6
21110-21250	118	40100-40202	1,4
22110-22330	0,6	40300-41002	0,6
23100-24700	66		

• Traffico marittimo (pressione)

Definizione: quantificazione del traffico marittimo, sia commerciale che passeggero, nei principali porti in un anno e variazioni negli anni.

Dati: per passeggeri e merci movimentate (arrivi e partenze), indagini ISTAT a carattere discontinuo (1996 e 1997); per traffico petrolifero, Unione Petroli-fera 1995-99.

Descrizione: i dati sono riferiti singolarmente ai principali porti italiani (rappresentativi di oltre il 95% del traffico totale nazionale) e ai minori aggregati insieme.

Scopo: valutare la pressione esercitata sull'ambiente marino dal traffico marittimo ed i potenziali fattori di alterazione grave degli ecosistemi (rischi di sversamenti).

Unità: passeggeri (n/anno); merci (t/anno); petrolio (t/anno).

• **Flotta peschereccia (pressione)**

Definizione: dimensione della flotta di natanti da pesca presenti a livello regionale e nazionale e sua variazione nel tempo.

Dati: Archivio delle Licenze di Pesca (ALP) del Ministero Politiche Agricole e Forestali, anni 1993-1998 aggregati a livello regionale e nazionale.

Descrizione: numero imbarcazioni per anno, potenza motore espressa come kW e tonnellate di stazza lorda (TSL).

Scopo: valutare la pressione a cui sono sottoposte le popolazioni ittiche e, quindi, le possibili alterazioni della rete alimentare degli ecosistemi marini.

Unità: kW/anno; TSL/anno; n. natanti/anno.

• **Pesca (pressione)**

Definizione: quantità di prodotto ittico pescato in un anno, a livello nazionale e regionale, suddiviso per gruppi di specie.

Descrizione: le statistiche della pesca marittima e lagunare riguardano il prodotto ittico sbarcato dal naviglio italiano; esse derivano dalle segnalazioni di vari soggetti (cooperative di pescatori, mercati ittici costieri, Capitanerie di Porto ed uffici dipendenti). I dati più aggiornati si riferiscono al periodo 1993-1998 e sono aggregati a livello regionale o nazionale. Le specie considerate sono raggruppate in pesci, molluschi e crostacei.

Scopo: valutare la pressione a cui sono sottoposte le popolazioni ittiche, come prelievi della risorsa in termini assoluti e, quindi, le possibili alterazioni della rete alimentare degli ecosistemi marini, sia attualmente che nel tempo.

Unità: t/anno.

• **Acquacoltura (pressione)**

Definizione: distribuzione di impianti di allevamento di specie marine e relativa produzione a livello nazionale e regionale.

Dati: Associazione Piscicoltori Italiana (API), ultimo aggiornamento 1998.

Descrizione: i dati riportano la produzione totale nazionale delle varie specie allevate, suddivisa in intensivo ed estensivo per le principali specie, il numero di impianti censiti ed infine la suddivisione regionale dei vari impianti e relative produzioni per l'allevamento intensivo.

Scopo: stima dell'acquacoltura per indicare un possibile impatto sull'ambiente nel caso di aree delimitate (lagune e stagni) dove si pratica l'allevamento intensivo.

Unità: numero di impianti e gabbie; t/anno.

• **Indice trofico TRIX (stato)**

Definizione: grado di trofia delle acque marino costiere, considerando nutrienti e biomassa fitoplanctonica.

Dati: Servizio Difesa Mare del Ministero dell'Ambiente, 1996-2000, 2001-2003; Regioni.

Descrizione: l'indice trofico TRIX riassume in un valore numerico (in una scala di valori da 1 a 10) le condizioni di trofia del sistema di acque considerato e si calcola nel modo seguente:

$$\text{TRIX} = [\log_{10}(\text{Cha} \times \text{D\%O} \times \text{N} \times \text{P}) - (a)] \div b$$

Cha = clorofilla a [$\mu\text{g dm}^{-3}$]; D%O = ossigeno disciolto come deviazione percentuale assoluta della saturazione ($100 - \text{O}_2\text{D\%}$); N = azoto inorganico disciolto [$\mu\text{g dm}^{-3}$]; P = fosforo totale [$\mu\text{g dm}^{-3}$]; a = -1,5 costante ricavata dai dati del Mar Adriatico settentrionale; b = 1,2 costante ricavata dai dati del Mar Adriatico settentrionale.

Oltre alla definizione matematica dell'indice, per la quale rimandiamo ad una trattazione più dettagliata nella specifica pubblicazione del CTN_AIM [11], è importante chiarire e sottolineare il significato ecologico ed ambientale da attribuire al TRIX. Il DL.vo 152/99 nella tabella 17 dell'Allegato 1 (par. 3.4.3) associa ai valori di TRIX uno "stato ambientale" a cui corrispondono una serie di specifiche condizioni (Tab. 3). In tale maniera le acque marino costiere vengono classificate esclusivamente in base ad un indice di trofia che fornisce delle indicazioni solo su alcune delle condizioni del sistema considerato.

Scopo: la necessità di poter disporre di un criterio oggettivo per la classificazione delle acque marino-costiere riveste importanza essenziale nell'attività di pianificazione: l'uso della scala trofica rende possibile il confronto tra differenti sistemi costieri, per mezzo di una scala numerica che copre un'ampia gamma di situazioni, così come queste si presentano lungo tutto lo sviluppo costiero italiano, e più in generale, nella regione mediterranea.

Unità: 10 unità di TRIX; classi trofiche.

• **Indice di qualità batteriologica (IQB) (stato) (*)**

Definizione: numero di campioni con assenza di coliformi fecali o di Streptococchi fecali in percentuale sul numero totale dei campioni prelevati per il controllo delle acque di balneazione.

Dati: Sistema Informativo Sanitario del Ministero della Salute, rapporti annuali dal 1990 al 2000.

Descrizione: il DPR 470/82 stabilisce, per il controllo delle acque di balneazione, 11 parametri da ricercare nelle acque sottoposte ad analisi: coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonella, pH, ossigeno disciolto, colorazione, trasparenza, oli

(*) Attualmente questo indice è in corso di revisione (vedi pag. 122).

Tabella 3. - Classificazione delle acque marine costiere in base alla scala trofica

TRIX	Stato	Condizioni
2-4	Elevato	Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4-5	Buono	Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
5-6	Mediocre	Scarsa la trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
6-8	Scadente	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morte di organismi bentonici Alterazione/semplicificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

TRIX: Indice trofico.

minerali, tensioattivi, fenoli. I prelievi vengono eseguiti ogni 15 giorni nel periodo compreso fra il 1° aprile e il 30 settembre di ogni anno ed i dati sono inviati al Ministero della Salute. Dato che i parametri, che determinano la qualità delle acque di balneazione, sono prevalentemente quelli batteriologici e che la loro presenza è esclusivamente dovuta ad apporti di acque dolci, è stato elaborato un indice che ne valutasse l'aspetto ambientale. E' stato, perciò, calcolato il numero di campionamenti con assenza (intesa come "non rilevabilità" secondo le procedure tecniche adottate in fase di analisi) di coliformi fecali o di Streptococchi fecali, in percentuale sul numero totale dei campioni prelevati: tanto più alto è il valore percentuale, tanto migliore è la qualità dell'acqua. Per semplicità di lettura e per una sostanziale analogia con la classificazione dell'indice trofico TRIX, è stato attribuito un giudizio valutativo alle classi percentuali secondo lo schema successivo:

- pessimo: 0-20%
- scadente: 20-40%
- mediocre: 40-60%
- buono: 60-80%
- elevato: 80-100%

Scopo: dare conto del livello di alterazione delle acque di balneazione e, quindi, delle acque costiere causato da immissioni di acque contaminate da scarichi civili.

Unità: percentuale.

• Balneabilità (impatto)

Definizione: rapporto percentuale tra la lunghezza (in km) della costa dichiarata balneabile su quella

effettivamente controllata e tra la costa vietata, sia per motivi dipendenti che indipendenti dall'inquinamento, ed il totale della costa.

Dati: Sistema Informativo Sanitario del Ministero della Salute, rapporti annuali dal 1990 al 2000.

Descrizione: tutte le zone permanentemente vietate alla balneazione sono indicate dalle Regioni (aree inquinate, porti, zone militari, zone di tutela integrale, ecc.) e vengono escluse dal sistema di controllo. Inoltre, tutte quelle zone dove non sono stati effettuati i controlli in numero sufficiente sono considerate non balneabili. In definitiva, sono stati calcolati i seguenti due rapporti, espressi in percentuale di costa e come variazione nell'ultimo quinquennio, sulla base dei dati pubblicati ogni anno dal Ministero della Salute: il primo è dato dalla costa balneabile, cioè tutta la costa dove non sia vietata, permanentemente o temporaneamente e per motivi dipendenti o indipendenti dall'inquinamento, la balneazione e dove vi sia stato un campionamento sufficiente, in rapporto alla costa effettivamente controllata, intesa come differenza tra quella teoricamente da controllare e quella poco o nulla campionata; il secondo risulta dalla lunghezza della costa vietata alla balneazione, permanentemente o temporaneamente e per motivi dipendenti o indipendenti dall'inquinamento, tranne quella sottoposta ad un qualche tipo di protezione o tutela ambientale per la quale sia interdotta alla balneazione (riserve marine, parchi, ecc.), rispetto al totale provinciale.

Scopo: la diversa interpretazione dei due rapporti consiste nel fatto che mentre il primo (costa balneabile/controllata) è sintomo esclusivamente di inquinamento delle acque, soprattutto dovuto a scarichi

urbani, e sensibile anche per una scala temporale limitata all'anno, il secondo (costa vietata/totale) è significativo per un impatto anche di tipo potenziale (antropizzazione della costa) e solo a scala temporale più ampia (i divieti permanenti mostrano variazioni significative solo considerando periodi di 5-10 anni).

Unità: percentuale.

• Bilancio depurativo (risposta)

Definizione: rapporto tra la necessità di depurazione e la reale capacità depurativa degli impianti esistenti nell'area di interesse.

Descrizione: per effettuare correttamente il bilancio depurativo, cioè stimare quanta parte del carico organico potenziale civile ed industriale venga effettivamente eliminato dagli impianti di trattamento prima di essere immesso nelle acque, bisognerebbe possedere tutta una serie di dati molto dettagliati. Si deve conoscere: per ciascun impianto depurativo: a) il reale bacino di utenza, cioè quali agglomerati sono effettivamente allacciati o lo dovrebbero essere, per stimare la necessità depurativa (in AbEq) con l'uso dei coefficienti appositi, b) la capacità di trattamento (in AbEq) di progetto e quella attuale, c) il livello di abbattimento del carico organico in ingresso, d) il recettore diretto dello scarico del depuratore ed il relativo bacino di appartenenza; per ciascun comune: quanti e quali depuratori sono presenti sul suo territorio e quanta parte delle industrie e della popolazione è allacciata ai diversi depuratori.

Purtroppo allo stato attuale i dati del reale bacino di utenza, anche solo riferito agli utenti allacciati, non sono facilmente reperibili, soprattutto non esiste un soggetto preposto alla raccolta e trasmissione di queste informazioni a livello nazionale. Esistono alcune indagini portate avanti dall'ISTAT nel 1993 [12], dalla Federgasacqua nel 1996 [13] e dal Nucleo Operativo Ecologico dei Carabinieri nel 1998, ma nessuna è sufficientemente dettagliata da fornire i dati disaggregati e/o con una copertura territoriale sufficiente. In seguito all'introduzione ed alla completa applicazione del DL.vo 152/99, che prevede l'identificazione degli agglomerati, quale unità base per la gestione di scarichi ed impianti di trattamento delle acque (art. 2, comma 1, lettera "m"), e che disciplina i limiti di emissione degli scarichi idrici in base alla potenzialità degli impianti di depurazione (Allegato 5), si prevede che tale deficit informativo verrà colmato. Inoltre, dato che lo stesso decreto prevede che tutte queste ed altre informazioni, necessarie per la redazione dei piani di tutela, vengano trasmesse dai vari soggetti detentori all'ANPA, si potrà avere una banca dati uniforme e completa. Nel frattempo, il CTN_AIM tra il 1999 ed il 2000 ha effettuato una propria raccolta dati relativi a scarichi e depuratori presso tutte le province italiane, che, per quanto incompleta, ha fornito un quadro più

aggiornato e dettagliato rispetto alle indagini precedenti. Allora, in prima approssimazione, sono stati usati i dati dei carichi organici potenziali in AbEq del settore civile ed industriale del comune rapportati alla somma delle capacità massime di progetto di tutti i depuratori presenti sul territorio comunale. In definitiva, quindi, la formula utilizzata per il calcolo del bilancio depurativo di ogni comune è:

$$\frac{\sum_{i=1}^n AbEq_{(prog.)}}{(COP_{(civile)} + COP_{(industr.)})} \times 100$$

AbEq(prog) = capacità di trattamento di progetto di ogni impianto; n = numero di depuratori presenti sul territorio comunale; COP = carico organico potenziale, civile o industriale.

Scopo: valutare la risposta, nel tempo, della pubblica amministrazione alla pressione esercitata sulla qualità della risorsa idrica dagli scarichi non sottoposti a depurazione.

Unità: percentuale.

• Catasto degli scarichi (risposta)

Definizione: realizzazione del catasto degli scarichi nelle province costiere e valutazione in base ai metadati del catasto: tipo di dati contenuti, loro aggiornamento ed informatizzazione.

Dati: Province.

Definizione: in base alla Legge 319/76 (Legge "Merli") veniva demandato alle Province il compito di tenere un catasto degli scarichi, pubblici e privati, che recapitano nei corpi idrici superficiali e con la successiva Delibera del Comitato Interministeriale del 4 febbraio 1977 venivano dati i criteri metodologici per la formazione e l'aggiornamento del catasto. Nonostante queste norme, molte delle Province italiane a tutt'oggi ancora non posseggono un catasto o lo hanno in forma assai approssimativa e con scarso aggiornamento. Del resto i metadati relativi ai catasti, cioè le informazioni sulle caratteristiche dei dati (la loro presenza, consistenza, tipologia, qualità, ecc.), possono essere utilizzate per la costruzione di un indicatore di risposta. In quest'ottica si ritiene importante fornire un esempio di come si potrebbe calcolare l'indicatore, assegnando un valore numerico al giudizio espresso sui principali dati che un catasto dovrebbe contenere e classificando i catasti provinciali sulla base del punteggio ottenuto. Sono state considerate come prioritarie tutte quelle informazioni in qualche modo già specificate dalla Delibera del 1977 e, comunque, necessarie affinché il catasto non sia uno strumento burocratico per il rilascio di autorizzazioni, ma utile per un controllo degli scarichi ed una gestione dei

Tabella 4. - Valori assegnati al giudizio sul livello di informazioni contenute nel catasto provinciale degli scarichi in base ai principali metadati

Parametro	Metadato	Valore assegnato	Ambito
Catasto	Presenza	+	
	Assenza	-	
Aggiornamento	Annuale	3	0-3
	Altro	1,5	
	Assente	0	
Tipologia scarico	Classificazione a 3 o più voci	1	
	Classificazione da 1 a 2 voci	0,5	
	Senza classificazione	0	
Localizzazione scarico	Dettagliata ^(a)	1	0-3
	Approssimativa ^(b)	0,5	
	Assente	0	
Corpo idrico recettore	Indicazione completa ^(c)	1	
	Indicazione parziale ^(d)	0,5	
	Assente	0	
Dati di portata	Sempre presenti	3	0-3
	Non sempre presenti	1,5	
	Assenti	0	
Dati di qualità - COD	Sempre presenti	1	
	Non sempre presenti	0,5	
	Assenti	0	
Dati di qualità - N	Sempre presenti	1	0-3
	Non sempre presenti	0,5	
	Assenti	0	
Dati di qualità - P	Sempre presenti	1	
	Non sempre presenti	0,5	
	Assenti	0	
Dati su depuratori	Dettagliata ^(e)	3	0-3
	Approssimativa ^(f)	1,5	
	Assente	0	

(a) con indicate le coordinate geografiche (ed il *datum*), la località ed il comune; (b) con indicata solo la località ed il comune; (c) nome del recettore diretto e del bacino idrografico di appartenenza con indicazione di eventuali sottobacini e/o affluenti per giungere all'asta principale; (d) nome del recettore diretto; (e) almeno con indicato tipo di trattamento, potenzialità e capacità di servizio (AbEq) e localizzazione; (f) con indicato il tipo di trattamento e la localizzazione.

corpi idrici, in un quadro normativo più aderente al DL.vo 152/99 rispetto alla vecchia impostazione della Legge Merli. Nella Tab. 4 sono stati assegnati i valori cercando di equilibrare i pesi delle diverse tipologie di metadati, raggruppando quelli che fornivano informazioni generali circa lo scarico stesso (tipologia, localizzazione e corpo idrico recettore) e quelle riferite alla qualità chimica (concentrazioni di COD, azoto e fosforo), lasciando invece distinti gli altri, in modo da avere 5 ambiti omogenei (da 0 a 3 punti ciascuno). Tale "pesatura" potrà essere rivista una volta che saranno a disposizione un maggior numero di informazioni su tutte le province. A partire dalla somma dei punteggi ottenibili, si è poi proceduto all'attribuzione di una

classe che rappresentasse il livello di un catasto provinciale, individuando 6 diversi ambiti e conseguenti classi (da A ad F), oltre ad una classe 0 (zero), nel caso in cui (mai verificatosi) un'amministrazione provinciale avesse risposto alla nostra indagine affermando di non possedere un catasto (Tab. 5).

Scopo: evidenziare il grado di attenzione verso il controllo e la tutela delle acque ed il livello di organizzazione messo in piedi per rendere efficiente il sistema.

• Aree protette (risposta)

Definizione: estensione in ettari delle superfici marine delle aree sottoposte a protezione (parchi, riserve, oasi, aree di tutela, ecc.) nel tempo e per regione.

Tabella 5. - Classificazione dei catasti degli scarichi in base ai punteggi dei metadati

Catasto	Punteggio		Classe	Giudizio
	Min.	Max.		
Presente	13,5	15,0	A	Efficiente, completo ed aggiornato
Presente	12,0	13,0	B	Completo ed abbastanza aggiornato
Presente	9,0	11,5	C	Abbastanza completo, poco aggiornato
Presente	6,0	8,5	D	Buon numero di informazioni ed abbastanza dettagliate
Presente	3,5	5,5	E	Informazioni insufficienti e poco dettagliate
Presente	0,0	3,0	F	Informazioni scarse ed approssimative
Assente			0	Catasto assente

Dati: Servizio Difesa Mare e Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente.

Descrizione: per questo indicatore sono stati utilizzati i dati sull'estensione delle aree marine protette già istituite e sul loro andamento temporale, negli anni 1986-1998, a partire quindi dall'anno di istituzione delle prime riserve marine (Ustica e Trieste).

Scopo: verificare il livello di attenzione rivolta alla salvaguardia di un dato ambiente ed identificare le zone dove tale necessità è stata recepita.

Unità: ha (ettari).

Discussione

Si espone, qui di seguito, un breve commento sugli indicatori utilizzati esaminando i principali aspetti metodologici sulla reale possibilità di costruzione attuale e futura e sulla significatività degli indicatori.

Popolazione e densità di popolazione. - Indicatori ben strutturati, la cui copertura temporale e spaziale, ivi compreso il livello di disaggregazione, sono garantiti da un sistema di raccolta consolidato ed efficiente, sostanzialmente ISTAT, che non presenta problemi per il futuro.

Presenze turistiche e incidenza del turismo. - Indicatori importanti, ma attualmente non è facile reperire i dati di dettaglio (livello comunale) ed aggiornati sulle presenze turistiche. E' sicuramente migliorabile attraverso flussi informativi più efficienti, che sono potenzialmente realizzabili in tempi brevi (1-2 anni), ma sarebbe importante avere dati di tipo mensile e differenziati per tipologia turistica, problema di più difficile soluzione.

Attività produttive. - Questo indicatore appare sufficientemente dettagliato, sia per copertura spaziale e temporale sia per differenziazione delle attività, non presenta problemi interpretativi ed il suo significato informativo, sebbene di pressione antropica abbastanza generica sulle acque, è importante per una valutazione del comparto industriale, in attesa che si individuino strumenti migliori e più specifici per questi aspetti: resta aperta la questione se debba essere considerato un vero indicatore di pressione o piuttosto di driving.

Carichi fluviali. - Si tratta di un indicatore assai importante per lo studio dell'ambiente marino costiero, ma di non facile applicazione, vista la grande carenza di informazioni sui dati quantitativi dei corsi d'acqua. La sua importanza è stata verificata, nell'analisi integrata delle acque costiere, con la mancanza di significatività degli altri indicatori di carico nel caso delle zone influenzate da foci fluviali. Inoltre, vista la limitata conoscenza dei processi di sedimentazione, trasporto orizzontale e verticale, e delle caratteristiche idrodinamiche di queste aree, non è possibile sapere come e quanto influiscano questi apporti fluviali sugli ecosistemi costieri.

Carichi organici potenziali e carichi trofici. - Indicatori teoricamente fondamentali per valutare queste pressioni sulle acque, ma, essendo costruiti utilizzando vari dati, risentono della disomogeneità di questi, soprattutto a causa di raccolte dati non contemporanee. Inoltre, i coefficienti da utilizzare non soddisfano a pieno, per carenza di evidenze sperimentali dirette e per una mancanza di adattamento alle diverse situazioni territoriali. Entrambi gli indicatori devono essere, comunque, mantenuti, anche per approfondire verifiche ed analisi, e, contemporaneamente, si deve lavorare per migliorarne la definizione.

Traffico marittimo. - Indicatore sufficientemente definito, anche se gli aggiornamenti sarebbero necessari con maggior frequenza. Il suo contenuto informativo è buono, ma manca un indicatore di stato al quale correlarlo, in quanto si riferisce ad una pressione generica che grava sugli ecosistemi marini, non solo costieri, e sulla disponibilità delle risorse, mentre il TRIX dà conto del solo aspetto trofico ed è legato alle acque costiere, così come la balneabilità è relativa ad inquinamenti essenzialmente civili e solo per le acque di balneazione. E' importante, ma perde di valore se non si individuano indicatori di stato e di impatto che descrivano anche gli altri aspetti della qualità degli ecosistemi marini.

Flotta peschereccia, pesca e acquacultura. - Questi tre indicatori sono, al momento, troppo poco dettagliati e danno conto solo di un livello nazionale di pressione sulle risorse ittiche. Probabilmente sarà possibile in un prossimo futuro reperire dati disaggregati, ma resta,

comunque, il dubbio sul tipo di dati e sul loro reale contenuto informativo, vista l'incertezza sulle zone di attività delle imbarcazioni da pesca e sul rapporto tra pesce allevato e pescato. Inoltre, come per il traffico marittimo, non esistono per ora indicatori di stato o di impatto da mettervi in relazione: si sospende quindi il giudizio di merito se considerarli per la valutazione ambientale.

Indice trofico TRIX. - Di fatto è l'unico indicatore di stato riconosciuto a livello nazionale (anche perché previsto da una norma), ma questo fatto non deve portare ad una sua sopravvalutazione di utilizzo e di potenzialità informativa, riferendolo come indice di qualità ambientale in senso lato delle acque marine. Innanzitutto, si tratta di un indicatore che riferisce solo delle caratteristiche trofiche (quantità di biomassa fitoplanctonica e nutrienti) degli ecosistemi marini, aspetti fondamentali, ma certo non esaustivi della complessità ecosistemica, non riferendo per esempio della biodiversità, della disponibilità delle risorse ittiche o dell'inquinamento chimico e fisico. Inoltre, essendo riferito solo alla matrice acquosa, non è applicabile ad una valutazione che comprenda sedimenti marini e biota, come invece deve fare un indice di qualità ambientale. Infine, la sua significatività è stata dimostrata per le acque strettamente costiere, soprattutto se a scarso ricambio e fortemente influenzate da apporti terrigeni (di tipo "adriatico"), mentre sembra non molto sensibile per le altre tipologie. Comunque, resta un indice potente per valutare i fenomeni di eutrofizzazione, ponendolo in diretto rapporto con molti dei determinanti (popolazione e densità di popolazione) e delle pressioni (attività produttive, carichi organici potenziali e carichi trofici) previste dal nostro sistema di indicatori e la sua validità statistica non si pone in discussione. E' necessario individuare altri indicatori che forniscano informazioni sintetiche sugli aspetti soprattutto biologici (biodiversità, biocenosi, ecc.) e che si possano riferire anche a zone di mare non strettamente costiere.

Indice di qualità batteriologica (IQB). - Questo indice ha già dimostrato una sufficiente affidabilità e significatività, soprattutto nel segnalare situazioni di contaminazione localizzata anche non grave. La grande potenzialità offerta da un database omogeneo e disponibile a livello nazionale, con un dettaglio spaziale estremamente puntuale ed una copertura temporale di oltre 10 anni, lo rende uno degli indici più promettenti per il futuro, soprattutto se migliorato dal punto di vista statistico. Da poco si sta sperimentando un nuovo sistema di classificazione per l'IQB, che renda conto non solo della frequenza di comparsa dei Coliformi fecali nei campioni, ma anche delle concentrazioni che questi raggiungono, prendendo in considerazione i valori guida e imperativi della direttiva CEE/76/160. I due aspetti sono stati combinati assegnando un punteggio alle diverse possibilità e considerando il risultato finale: è stata data

un'importanza crescente al fatto che le concentrazioni fossero comprese tra valori guida (corrispondenti ai limiti della norma italiana, DPR 470/82) e gli imperativi, oppure superiori a questi ultimi. Da queste combinazioni, risultano 5 classi calcolate sulla base dei punteggi totalizzati, assumendo come punto fermo di considerare come condizione "incontaminata" solo quella con il massimo punteggio e di penalizzare fortemente laddove venivano superati i limiti imperativi in più di un campione all'anno e cercando di dare una distribuzione omogenea di combinazioni nelle classi intermedie, come si può vedere nello schema risultante [14].

Balneabilità. - Questo indicatore è concettualmente corretto, ma il livello di definizione normalmente messo a disposizione dal Ministero della Salute con i suoi rapporti annuali non è soddisfacente: sarebbe necessario avere i dati disaggregati almeno a livello comunale ed ancor di più quelli inerenti al giudizio di idoneità (a fine stagione) sul singolo punto di campionamento. Infatti, disponendo di dati analitici puntuali si potrebbe arrivare ad una scala di valori più differenziata, corrispondente alle realtà locali e con possibili correlazioni con l'IQB. In tal modo, inoltre, sarebbe possibile svincolarsi dalle diverse forzature contenute nelle definizioni di zone vietate o da controllare che compaiono nelle statistiche ufficiali del Ministero.

Bilancio depurativo. - Questo indicatore è essenziale, sia per valutare gli sforzi verso una protezione ed una corretta gestione delle risorse idriche, sia per evidenziare quanto dei carichi organici potenziali raggiunga effettivamente i corpi idrici, ma attualmente non esistono dati disponibili per una sua corretta costruzione. Il tentativo fatto di adattarne la formulazione ai dati reperibili non sembra offrire sufficienti garanzie di affidabilità e significatività, tali da poterne operare un'analisi di dettaglio, ma solo per dare un quadro a livello forse regionale e nazionale e fornire qualche indicazione generale.

Il suo miglioramento è legato essenzialmente alla piena operatività del DL.vo 152/99, che prevede la raccolta dei dati necessari alla corretta costruzione dell'indicatore ed un soggetto unico (ANPA) depositario dei dati stessi a livello nazionale, altra condizione importante finora mancante. Comunque, fino ad allora se ne può utilizzare la versione modificata, con tutte le cautele viste.

Catasto degli scarichi. - Si tratta di una semplice ipotesi di come potrebbe essere valutata una risposta da parte delle amministrazioni provinciali, per vedere se ciò che le norme prevedono viene messo in pratica e, soprattutto, se quando ciò avviene lo si fa solo per esigenze burocratiche ed amministrative od anche per dotarsi di strumenti utili alla programmazione ed alla gestione del territorio. Nel caso specifico, il catasto degli scarichi, pur essendo previsto da 25 anni, risulta ancora non attivato in molti casi o, comunque, del tutto statico e inutile, quindi evidenzia abbastanza bene il grado di

attenzione verso queste problematiche. Il problema fondamentale è quello del reperimento dei dati, mentre eventuali modifiche nella formulazione e nella definizione di coefficienti e scala di sensibilità saranno non solo possibili, ma anche inevitabili avendo a disposizione dati completi e aggiornati ed applicando l'indicatore in modo completo su tutto il territorio nazionale.

Aree protette. - Indicatore la cui significatività, nel caso specifico delle riserve marine, non scende al di sotto della scala regionale, essendo l'istituzione di nuove aree evento raro nello spazio e nel tempo e determinato da leggi nazionali.

Lavoro presentato su invito.

Accettato il 22 ottobre 2002.

BIBLIOGRAFIA

- Bucci M, Cavalieri S, Comperini W, Giovanardi F, Mazzoni M, Melley A, Montanari G, Raffetto G, Ressa M, Siligardi M, Spaggiari R. *Manuale di elaborazione indicatori e indici*. Roma: ANPA; 1999. (RTI CTN_AIM 1/1999).
- Bucci M, Mazzoni M, Melley A. *Verso il 1° rapporto sui corpi idrici italiani*. Firenze: ANPA-ARPAT; 1999.
- Bonadonna L, Bucci M, Di Girolamo I, Dottarelli P, Fabiani C, Gramaccioni L, Bozzelli M, Mazzoni M, Melley A, Oleari F, Rosini R, Sarti N, Vescovi U, Zapponi A. Le pressioni ambientali e la balneazione. Un caso di studio: la Toscana. In: *Qualità delle acque di balneazione. Rapporto 1999*. Roma: Ministero della Sanità, Sistema Informativo Sanitario; 2000.
- Bolognini L, Bonadonna L, Brun F, Bucci M, Colagrossi R, Coltelli E, Erbi G, Ferrari S, Gambassi F, Iozzelli M, Loi S, Macis S, Melley A, Meloni G, Mulas G, Strino V, Vescovi U. Pressioni ambientali e balneabilità. Emilia-Romagna, Marche, Sardegna, Toscana. In: *Qualità delle acque di balneazione. Rapporto 2000*. Roma: Ministero della Sanità, Sistema Informativo Sanitario; 2001.
- Primo rapporto SINAnet sulle acque*. Roma: ANPA; 2001. (Stato dell'Ambiente, 3/2001).
- Melley A, Iozzelli M. *Rapporto sullo stato delle acque marine in Toscana 2001*. Firenze: Regione Toscana; ARPAT; 2001.
- Organization for Economic Co-operation and Development. *Coastal zone management-integrated policies*. Paris: OECD; 1993.
- Hinrichsen D. *Coastal waters of the world: trends, threats and strategies*. Washington DC: Island Press; 1998.
- Miller BT. *The living ocean*. Washington DC: Island Press; 1999.
- European Environment Agency. *Environment in the European Union at the turn of the century*. EEA; 1999. (Environmental assessment report, 2).
- Montanari G, Giovanardi F, Melley A. *Gli indici trofici per le acque marine costiere*. Roma: ANPA; 2000. (RTI CTN_AIM 1/2000).
- Istituto Nazionale di Statistica. *Il processo di depurazione e la qualità delle acque reflue urbane. Anno 1993*. Roma: ISTAT; 1998. (Informazioni, 67).
- PROAQUA. *L'impatto sul servizio idrico della direttiva CEE 91/271 concernente il trattamento delle acque reflue urbane*. Roma: PROAQUA Istituto per studi e ricerche sui servizi idrici; 1996.
- Cavalieri S, Giacomelli V, Mazzoni M, Melley A, Pistozzi V. *Manuale di indici ed indicatori per le acque*. Roma: ANPA, 2003. (AIM_T_MAN_01_01). (in stampa).