

5. ACQUE



Gli insediamenti urbani assorbono ed utilizzano una grande quantità di acqua per lo svolgimento delle proprie attività sociali, produttive e ricreative, con conseguente produzione di scarichi. Le acque reflue prodotte dagli insediamenti urbani sono raccolte e convogliate dalle reti fognarie agli impianti di depurazione, dove subiscono un processo di riduzione del loro potere inquinante. La normativa comunitaria di riferimento - Direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane - prevede che tutti gli agglomerati urbani (unità territoriali di riferimento) siano provvisti di rete fognaria per convogliare i reflui ad impianti di trattamento, con requisiti tecnici adeguati alle dimensioni dell'utenza e alla sensibilità delle acque ricipienti. Gli ambienti urbani considerati presentano differenti schemi fognario-depurativi, che riflettono le caratteristiche del tessuto urbano e che non possono prescindere dalla consistenza del carico organico prodotto e dal grado di sensibilità delle aree ricipienti. In particolare, per illustrare il grado di adeguatezza dei sistemi fognario-depurativi alla normativa nazionale e comunitaria, particolare importanza rivestono sia la **percentuale di acque reflue convogliata in reti fognarie**, sia la **percentuale di acque reflue depurate**. Il grado di copertura territoriale del sistema fognario, espresso in percentuale sul carico organico prodotto dal centro urbano, risulta piuttosto elevato in gran parte dei centri urbani considerati. In particolare, alla data di riferimento delle informazioni (31.12.2012), è stato riscontrato un incremento della percentuale di acque reflue convogliate in rete fognaria rispetto al 2009 nelle città di Potenza (+16%), di Udine (+9%), di Pistoia (+5%), nonché di Reggio Emilia (+3%), di Parma (+2%), di Ancona (+2%). Anche la percentuale di acque reflue depurate è risultata quasi sempre elevata nelle città selezionate, anche se in alcuni centri urbani permane una frazione non trascurabile di acque reflue non depurate. In particolare, in 28 città la percentuale è risultata del 100%, in 27 città compresa tra il 90% e il 100%, mentre in 18 centri urbani sono stati riscontrati valori inferiori al 90% (con i valori più bassi riscontrati per le città di Benevento con solo il 17% di reflui depurati e di Catania con il 21%). Inoltre, rispetto al 2009, è stato riscontrato un incremento della percentuale di acque reflue depurate nei centri urbani di Palermo (con un incremento del 46%), Bergamo (+37%), Potenza (+25%), Udine(+9%), Barletta (+12%), Ancona(+6%), Reggio Emilia (+4%), Brescia (+3%), nonché di Taranto, Roma e Firenze (+2%).

Con la stagione balneare 2013, per l'Italia si è concluso l'ultimo dei quattro anni di monitoraggio, secondo la regolamentazione della nuova direttiva 2006/7/CE, necessari per effettuare una prima classificazione qualitativa delle **acque di balneazione**. Sono state identificate 5511 acque di balneazione, di cui 4867 marine e di transizione e 644 acque lacustri e fluviali. L'insieme delle acque di balneazione italiane rappresenta il 25% di tutte le acque di balneazione europee. Nel complesso 4900 acque, pari al 90.6% del totale, sono risultate almeno sufficienti, mentre il restante 9.4% delle acque è risultato di qualità scarsa o non classificabile. I risultati evidenziano che, su un totale di 57 province, 24 presentano il 100% delle acque classificate come almeno sufficienti e, di queste, 15 hanno tutte le acque eccellenti. In tutti gli altri casi, comunque, si evidenzia come le acque eccellenti siano in percentuale nettamente superiore rispetto al totale delle acque conformi (classi eccellente, buona e sufficiente).

Relativamente al monitoraggio della microalga potenzialmente tossica, *Ostreopsis cf ovata*, durante la stagione 2012, è stata riscontrata almeno una volta in 23 province campione, anche con episodi di fioriture, mentre il valore limite di abbondanza delle 10000 cell/l è stato superato almeno una volta in 16 province. In alcuni casi è stato emesso il divieto di balneazione (Ancona) come misura di gestione a tutela della salute del bagnante. A Palermo sono stati segnalati a mezzo stampa casi di malessere della popolazione in concomitanza delle fioriture non confermate dalle autorità competenti (ASL). Per la stagione 2013 *Ostreopsis* era presente almeno una volta in 23 province campione anche con episodi di fioriture non sempre coincidenti con quelle del 2012, mentre il valore limite di abbondanza delle 10000 cell/l è stato superato almeno una volta in 12 province.

Al fine di chiarire che la classificazione di un'acqua di balneazione non è rappresentativa della qualità ambientale del corpo idrico di cui fa parte, è stato realizzato un breve box di approfondimento per mettere a confronto la **metodologia per classificare le acque** ai sensi della direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE con quella ai sensi della direttiva balneazione 2006/7/CE. Nel primo caso l'obiettivo è il raggiungimento del buono stato ambientale, espressione complessiva dello stato del corpo idrico, ovvero dello stato ecologico e dello stato chimico; nel secondo caso la finalità è la protezione della salute umana dai rischi derivanti dalla scarsa qualità, anche attraverso il miglioramento ambientale.

Il capitolo è corredato di ulteriori due box: in quello di apertura vengono illustrati i risultati del **monitoraggio del fiume Tevere a Roma**, nel box di chiusura inerente le **meduse** si riportano le cause della gelatinizzazione dei mari, gli impatti e le specie dei gelatinosi.

5.1 MONITORAGGIO DELLE ACQUE IN AREE URBANE: IL FIUME TEVERE A ROMA

R. Lonetto, S. Tarsiero
ARPA Lazio

Il fiume Tevere si forma nell'Appennino Tosco Emiliano e sfocia nel mar Tirreno dopo un percorso di circa 405 km; nasce dalle pendici meridionali del monte Fumaiolo a quota 1268 m s.l.m. con un portata di 10 litri al minuto. Il Tevere entra nella provincia di Roma all'altezza del comune di Ponzano Romano e, per un tratto, attraversa territori adibiti prevalentemente ad uso agricolo. Man mano che ci si avvicina alla diga di Castel Giubileo, aumentano gli insediamenti abitativi o adibiti ad attività terziaria. Dalla diga di Castel Giubileo alla foce, il Tevere attraversa un'area completamente antropizzata con diversi tratti fortemente modificati. All'altezza di Capo due Rami, il Tevere si biforca in due rami che delimitano l'Isola Sacra e giunge nel mar Tirreno. Al fiume Tevere pervengono le acque di importanti corsi d'acqua tra i quali l'Aniene e, tramite il Nera, il Turano, il Salto e il Velino.

La strategia di monitoraggio nel centro urbano è stata costruita negli anni, da un lato in coerenza con il complesso della rete delle acque superficiali, dall'altro, soprattutto nell'ultimo triennio, si è cercato di calibrare un sistema di misura in grado di tenere conto della complessità dell'area.

Monitoraggi eseguiti sul Tevere

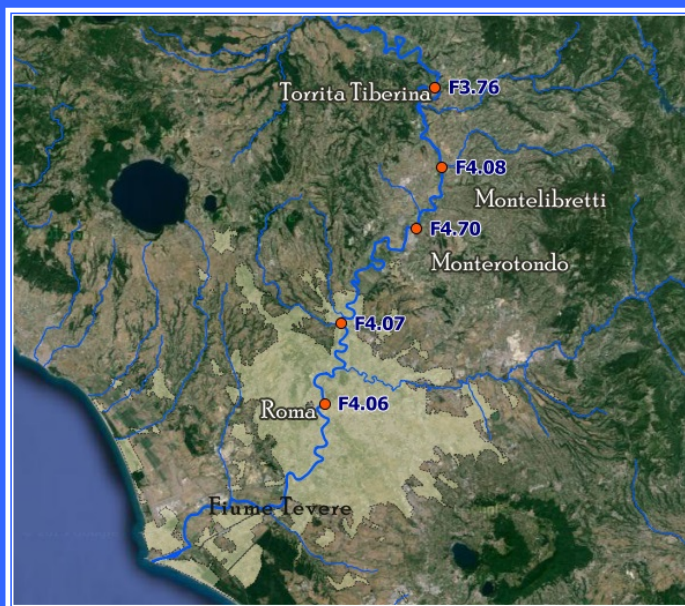
L'ARPA Lazio conduce monitoraggi sul fiume Tevere per il continuo aggiornamento della conoscenza sullo stato di qualità del corpo idrico nel quadro degli obiettivi previsti dalla Comunità Europea e a supporto della programmazione delle azioni di risanamento della Regione Lazio.

I monitoraggi si sono succeduti con regolarità a partire dagli anni 2000 per quanto riguarda la valutazione dello stato ecologico del corso d'acqua stabilito in base al livello di inquinamento da macrodescrittori, quali: O₂, BOD₅, COD, ammoniaca, nitrati, fosforo totale ed *Escherichia coli* e all'indice biotico esteso (IBE), che evidenzia gli effetti negativi indotti dall'inquinamento sulle comunità dei macroinvertebrati che vivono nel letto fluviale. Dal 2005 sono stati monitorati anche gli inquinanti chimici organici ed inorganici, in particolare le sostanze individuate dalla normativa come prioritarie ai fini della determinazione dello stato chimico.

Gli indicatori per definire lo stato ecologico e chimico del fiume Tevere, fino al 2010 sono stati calcolati secondo il sistema di classificazione previsto dal d.lgs. 152/99 mentre, a partire dall'anno 2011, viene eseguita la classificazione del corso d'acqua secondo le indicazioni previste dal D.M. 260/10, di modifica al D.Lgs 152/06 che introduce un nuovo approccio per la valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali, basato principalmente sull'analisi dell'ecosistema acquatico e sullo studio della composizione e abbondanza delle comunità vegetali e animali che lo costituiscono (diatomee bentoniche e macrofite, macroinvertebrati bentonici e pesci). Gli elementi biologici, pertanto, diventano prioritari per la determinazione dello stato ecologico dei corpi idrici, sostenuti dall'analisi degli elementi chimico-fisici e idromorfologici.

Le stazioni di monitoraggio sul Tevere sono ubicate in provincia di Rieti, a Torrita Tiberina, in provincia di Viterbo nei territori comunali di Civita Castellana e di Bomarzo, e in provincia di Roma, nei territori comunali di Montelibretti, Monterotondo e di Roma.

Con precisione, nell'area urbana del comune di Roma, sono collocate a Castel Giubileo (F4.07) e in prossimità di via Ripetta (F4.06); tali stazioni sono di tipo "operativo" per cui dal 2011, secondo il DM 260/2010, si eseguono ogni anno campionamenti trimestrali per i parametri fisico-chimici e chimici mentre per i parametri biologici si effettuano campionamenti due volte l'anno nel caso delle diatomee (alghe bentoniche della classe Bacillariophyceae) e tre volte l'anno nel caso dei macroinvertebrati (Crostacei, Ditteri, Odonati, Molluschi etc..).



Il monitoraggio dei macroinvertebrati, ha ormai un'esperienza consolidata essendo attivo da oltre dieci anni. Lo studio delle comunità di invertebrati è compiuto utilizzando appositi supporti che vengono immersi nel fiume per circa un mese. I supporti vengono quindi ritirati e le specie presenti contate. Poiché ognuna di esse indica una diversa sensibilità agli inquinanti, si ottiene infine una “carta di identità” delle condizioni ecologiche del punto del fiume esaminato.

Sul fiume Tevere, nei punti monitorati con queste modalità di campionamento, sono state rilevate tra 4 e 15 diverse specie di invertebrati. L'analisi dei popolamenti ha mostrato una discreta incidenza del cambiamento delle condizioni di corrente nella colonizzazione dei supporti lungo l'asta del fiume ed ha evidenziato l'importanza del corretto posizionamento per l'ottenimento di dati affidabili e rappresentativi. Per quanto riguarda le Diatomee, il loro monitoraggio si avvale ugualmente di supporti artificiali. Nei siti monitorati sono state individuate da 15 a 50 specie diverse di Diatomee che confermano che la varietà dei *taxa* diatomici è significativa anche in ambiente fortemente urbanizzato.

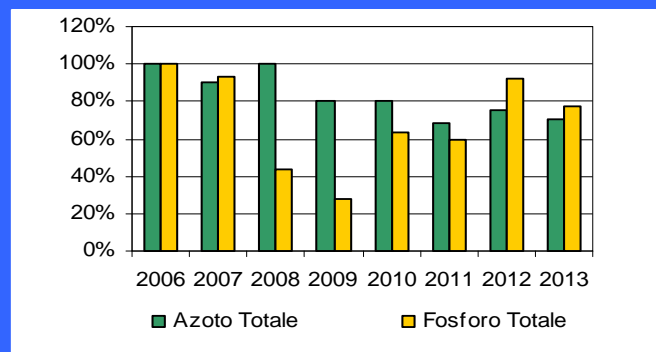
I risultati ottenuti sui parametri fisico-chimici e chimici hanno evidenziato che man mano che le acque del Tevere penetrano nell'area urbana, aumenta il livello del carico antropico e diminuisce conseguentemente la qualità ecologica, per tale ragione l'indice *LIMeco* che rappresenta il Livello di Inquinamento dai Macroscrittori per lo stato ecologico diminuisce avvicinandoci alla foce (Tabella 5.1.1).

Tabella 5.1.1 - Andamento spaziale dei nutrienti e dell'ossigeno disciolto nelle stazioni a monte e dentro l'area urbana.

Codice Stazione	Azoto Totale [mg/l]	Fosforo Totale [mg/l]	Ossigeno Disciolto [mg/l]	LIMeco
F3.76	1.55	0.06	8.66	Buono
F4.08	2.79	0.07	8.48	Buono
F4.70	2.08	0.12	8.74	Sufficiente
F4.07	2.94	0.08	7.66	Sufficiente
F4.06	2.89	0.15	7.47	Scarso

Nel Grafico 5.1.1 è stato riportato l'andamento della concentrazione dei nutrienti dal 2006 al 2013 rilevati nella stazione Ripetta in cui la portata media annua varia da 124 m³/s nel 2008 a 250 m³/s nel 2013. Nella stazione urbana si può notare un decremento del livello della concentrazione di azoto pari a circa il 30% e un andamento del livello totale di fosforo maggiormente influenzato dalle condizioni idrologiche del fiume (vedi anni 2008 – 2009).

Grafico 5.1.1 - Stazione Ripetta: andamento temporale concentrazione delle sostanze nutrienti



La strategia di monitoraggio applicata ad un corso d'acqua in area fortemente urbanizzata ha mostrato elementi interessanti e diversificati sia sotto il profilo della valutazione del livello di eutrofizzazione del fiume che per quanto riguarda la misura dello “stress” ambientale attraverso indicatori biologici.

La valutazione comparata dei risultati dei monitoraggi delle acque applicata a realtà urbane di diversa estensione e connotazione geografica potrebbe contribuire a consolidare la strategia di monitoraggio e la conoscenza dei fenomeni.

5.2 SISTEMI DI DEPURAZIONE E COLLETTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE URBANE

S. Salvati, T. De Santis

ISPRA – Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine

Carico organico generato

La norma comunitaria di riferimento in materia di trattamento delle acque reflue in ambito comunitario è rappresentata dalla [Direttiva 91/271/CEE \(Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD\)](#)¹, concernente la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque reflue urbane, nonché il trattamento e lo scarico delle acque reflue originate da taluni settori industriali, al fine di proteggere l'ambiente da possibili danni che da queste possono derivare.

La principale disposizione della Direttiva consiste nell'obbligo di realizzare sistemi di trattamento e di raccolta (reti fognarie) delle acque reflue per tutti gli agglomerati urbani, in funzione delle dimensioni e dell'ubicazione degli stessi, secondo limiti temporali che variano in funzione del grado di rischio ambientale dell'area in cui avviene lo scarico e della potenzialità dell'impianto o dello scarico, espressa in abitanti equivalenti (A.E.).

La corretta applicazione della disciplina degli scarichi sul territorio nazionale necessita, in via prioritaria, di un'adeguata base conoscitiva, che rappresenta un aspetto di grande importanza ai fini della pianificazione e programmazione degli interventi da attuare per ottimizzare il servizio di depurazione e collettamento a servizio dei centri urbani, in quanto consente di individuare eventuali criticità e di intervenire attraverso il completamento o la riparazione delle reti, la realizzazione di nuovi impianti o il potenziamento di quelli esistenti.

In conformità con quanto stabilito dalla normativa comunitaria di riferimento, la Commissione Europea ha l'obbligo di verificare periodicamente i progressi realizzati dagli Stati Membri. In ottemperanza all'articolo 15 paragrafo 4 della Direttiva, al fine di verificarne la corretta attuazione a livello nazionale, la Commissione Europea richiede ogni due anni informazioni in ordine agli agglomerati di consistenza pari o superiore a 2.000 A.E., riguardanti il grado di copertura fognaria e depurativa, il funzionamento e la conformità degli impianti di trattamento, lo smaltimento dei fanghi di depurazione. I dati e le informazioni rappresentati in questa edizione del Rapporto sono aggiornati al 31.12.2012.

Gli indicatori selezionati intendono delineare il quadro di sintesi delle informazioni in ordine al sistema fognario - depurativo presente negli ambienti urbani selezionati. In particolare, illustrano le dimensioni dei centri urbani, in termini di carico organico biodegradabile prodotto dall'attività antropica; il grado di copertura territoriale dei sistemi fognario depurativi; la conformità degli scarichi alle norme di emissione previste dalla normativa di riferimento.

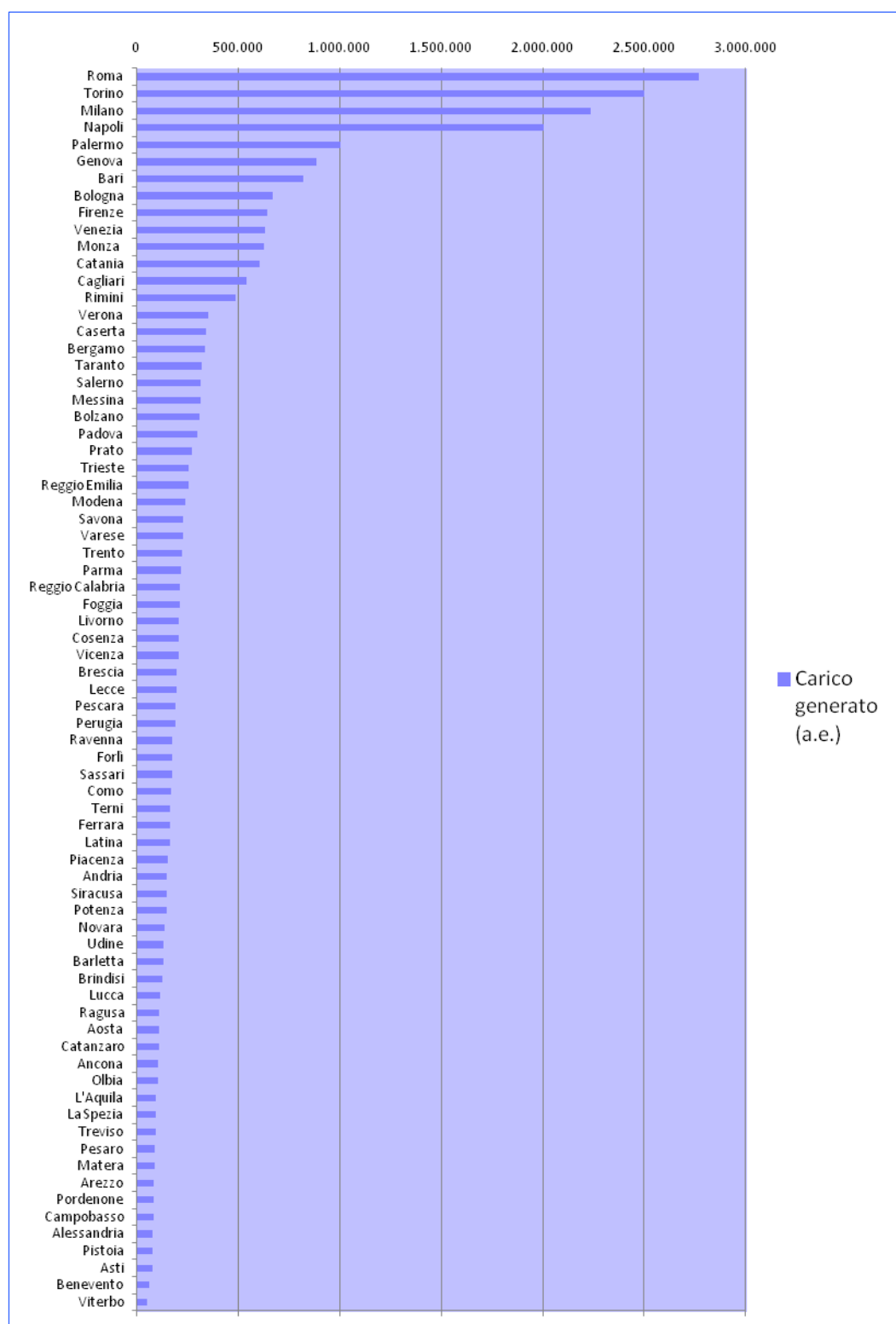
Il **Carico generato**, espresso in abitanti equivalenti (A.E.), rappresenta la quantità di acque reflue urbane prodotte dal tessuto urbano che deve essere collettata o, altrimenti, convogliata in sistemi individuali adeguati. Il carico generato esprime la dimensione dell'agglomerato (in termini di carico inquinante prodotto) e rappresenta il principale criterio per determinare i requisiti richiesti ai sistemi di raccolta e di trattamento ([Grafico 5.2.1](#)).

La dimensione dell'agglomerato, espressa in abitanti equivalenti, corrisponde al carico organico prodotto nell'agglomerato in un giorno medio della settimana dell'anno che ha fatto registrare la produzione massima. È ricavata dalla somma del carico organico prodotto in quel giorno da servizi e immobili residenziali permanenti e stagionali e del carico organico prodotto nello stesso giorno dalle acque reflue industriali che devono essere raccolte da una rete fognaria (Applicazione della Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, modificata dalla Direttiva 98/15/CE della Commissione, del 27 febbraio 1998).

Il carico organico prodotto dai centri urbani selezionati, risulta quasi sempre superiore a 100.000 A.E. Si tratta, in gran parte, di centri urbani ascrivibili alla categoria delle cosiddette "Big City", che rappresentano un importante indicatore per la determinazione del livello di recepimento a livello nazionale della normativa comunitaria sul trattamento delle acque reflue urbane, soprattutto per l'impatto significativo esercitato dagli scarichi sui corpi idrici recettori.

¹Trattamento delle acque reflue urbane, G.U.C.E. L 135 del 30 maggio 1991, in seguito modificata dalla Direttiva 98/15/CE, G.U.C.E. L 67 del 7 marzo 1998

Grafico 5.2.1 - Carico generato dagli agglomerati relativi ai centri urbani in Abitanti Equivalenti (A.E.)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati UWWTD Questionnaire 2013

Acque reflue prodotte dagli agglomerati corrispondenti ai centri urbani convogliate in rete fognaria (A.E.)

Particolare importanza, ai fini del corretto recepimento della normativa, rivestono sia la percentuale di acque reflue convogliate in reti fognarie, sia la percentuale di acque reflue trattata dall'impianto (o dagli impianti) di depurazione, connesso (o connessi) al sistema di collettamento.

Le reti fognarie raccolgono le acque di scarico, provenienti dagli agglomerati urbani e industriali e le convogliano agli impianti di depurazione, dove vengono sottoposte ad un processo di riduzione del carico inquinante.

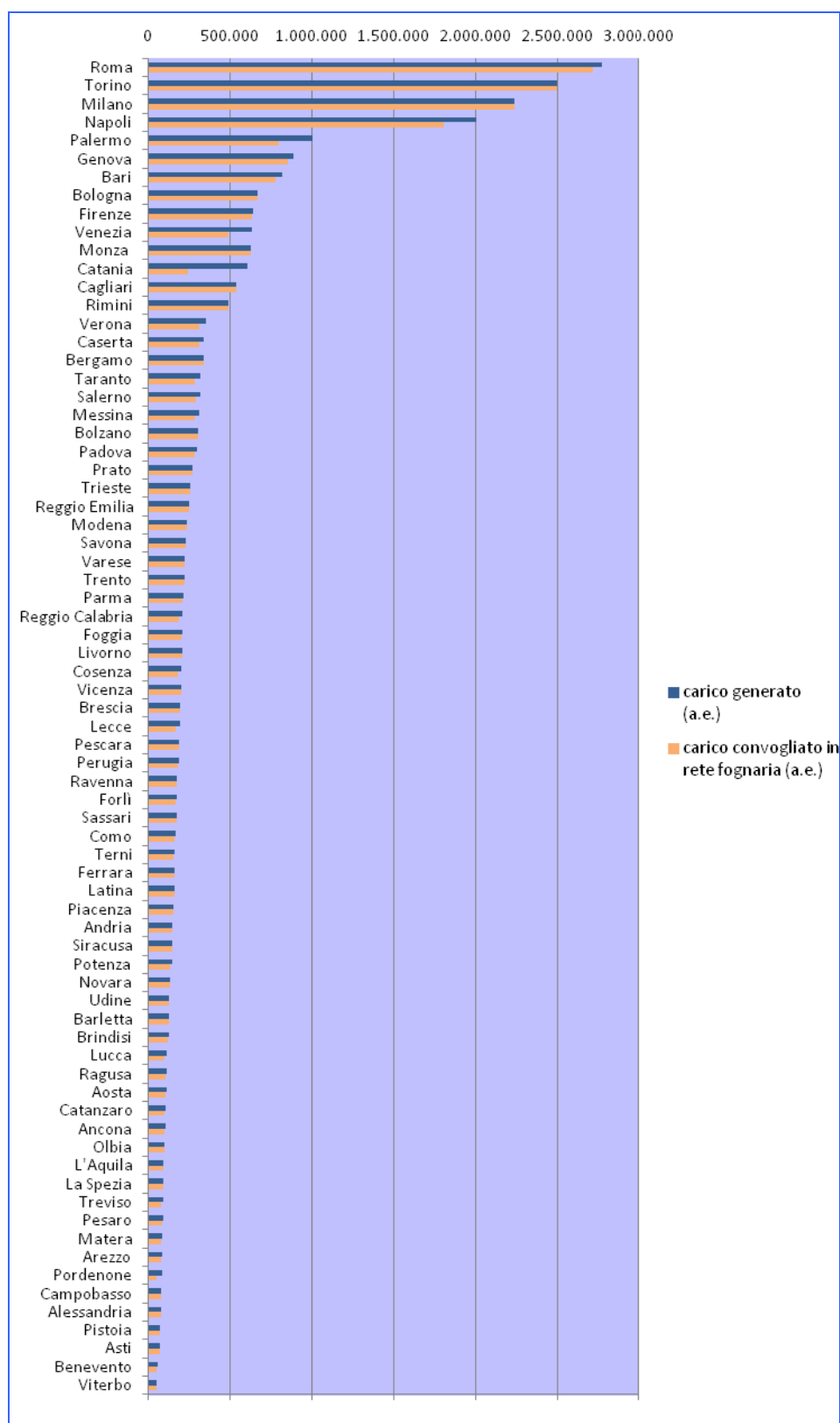
Perché i sistemi di collettamento possano essere ritenuti conformi ai requisiti previsti dalla Direttiva, tutte le acque reflue urbane prodotte all'interno degli agglomerati con almeno 2.000 A.E. dovranno essere convogliate in reti fognarie o, laddove la realizzazione di un sistema di collettamento non possa essere giustificata o perché non presenterebbe vantaggi dal punto di vista ambientale o perché comporterebbe costi eccessivi, occorrerà avvalersi di sistemi individuali o di altri sistemi adeguati che raggiungano lo stesso livello di protezione ambientale.

Le acque reflue urbane che confluiscono in reti fognarie dovranno essere sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento secondario o, nel caso di scarico in aree "sensibili", ad un trattamento più spinto, secondo le modalità e le scadenze temporali previste dalla norma comunitaria.

La porzione di acque reflue urbane prodotte dai centri urbani considerati (in abitanti equivalenti) convogliata in rete fognaria è illustrata nel [Grafico 5.2.2](#).

Il grado di copertura territoriale del sistema fognario-depurativo risulta piuttosto elevato in gran parte dei centri urbani considerati. In particolare, alla data di riferimento delle informazioni (31.12.2012), è stato riscontrato un incremento della percentuale di acque reflue convogliate in rete fognaria rispetto al 2009 nelle città di Potenza (16%), di Udine (9%), di Pistoia (5%), nonché di Reggio Emilia (3%), di Parma (2%), di Ancona (2%).

Grafico 5.2.2 – Acque reflue prodotte dagli agglomerati relativi ai centri urbani e convogliate in rete fognaria (A.E.)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati UWWTD Questionnaire 2013

Percentuale di acque reflue depurate

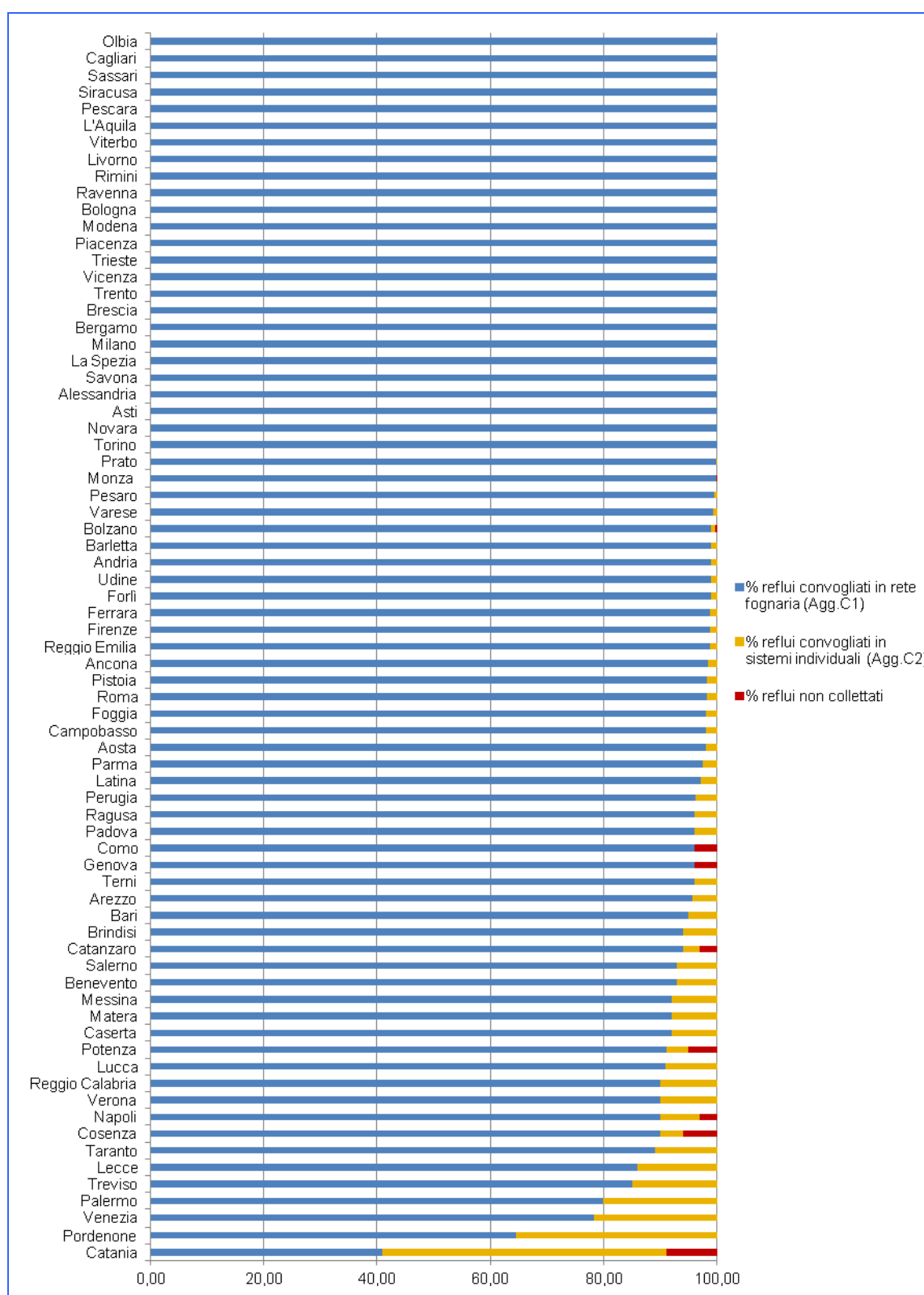
La **Percentuale di acque reflue convogliate in rete fognaria** (Grafico 5.2.3) è risultata pari al 100% in 28 delle 73 città selezionate, compresa tra il 90% e il 100% in 38 città, mentre in 7 centri urbani è stato rilevato un valore inferiore al 90% (con il valore più basso riscontrato per la città di Catania con solo il 41% di reflui convogliati in fognatura).

Anche nel 2012, in taluni centri urbani sono risultate presenti frazioni non trascurabili del carico organico indirizzate nei cosiddetti sistemi individuali.

I *‘sistemi individuali o altri sistemi appropriati’* indicati con la sigla IAS, devono rappresentare, secondo la Direttiva, una valida alternativa ai tradizionali sistemi di collettamento delle acque reflue urbane quando non sono presenti le condizioni ambientali ed economiche idonee all’installazione delle reti fognarie.

Il ricorso ai sistemi individuali o altri sistemi appropriati deve essere limitato a situazioni in cui *“la realizzazione di una rete fognaria non sia giustificata o perché non presenterebbe vantaggi dal punto di vista ambientale o perché comporterebbe costi eccessivi...”*. In tali condizioni gli IAS devono essere in grado di garantire lo stesso livello di protezione ambientale che si potrebbe ottenere attraverso la rete fognaria che convoglia i reflui ad un depuratore.

Grafico 5.2.3 - Grado di copertura territoriale dei sistemi di collettamento (%)



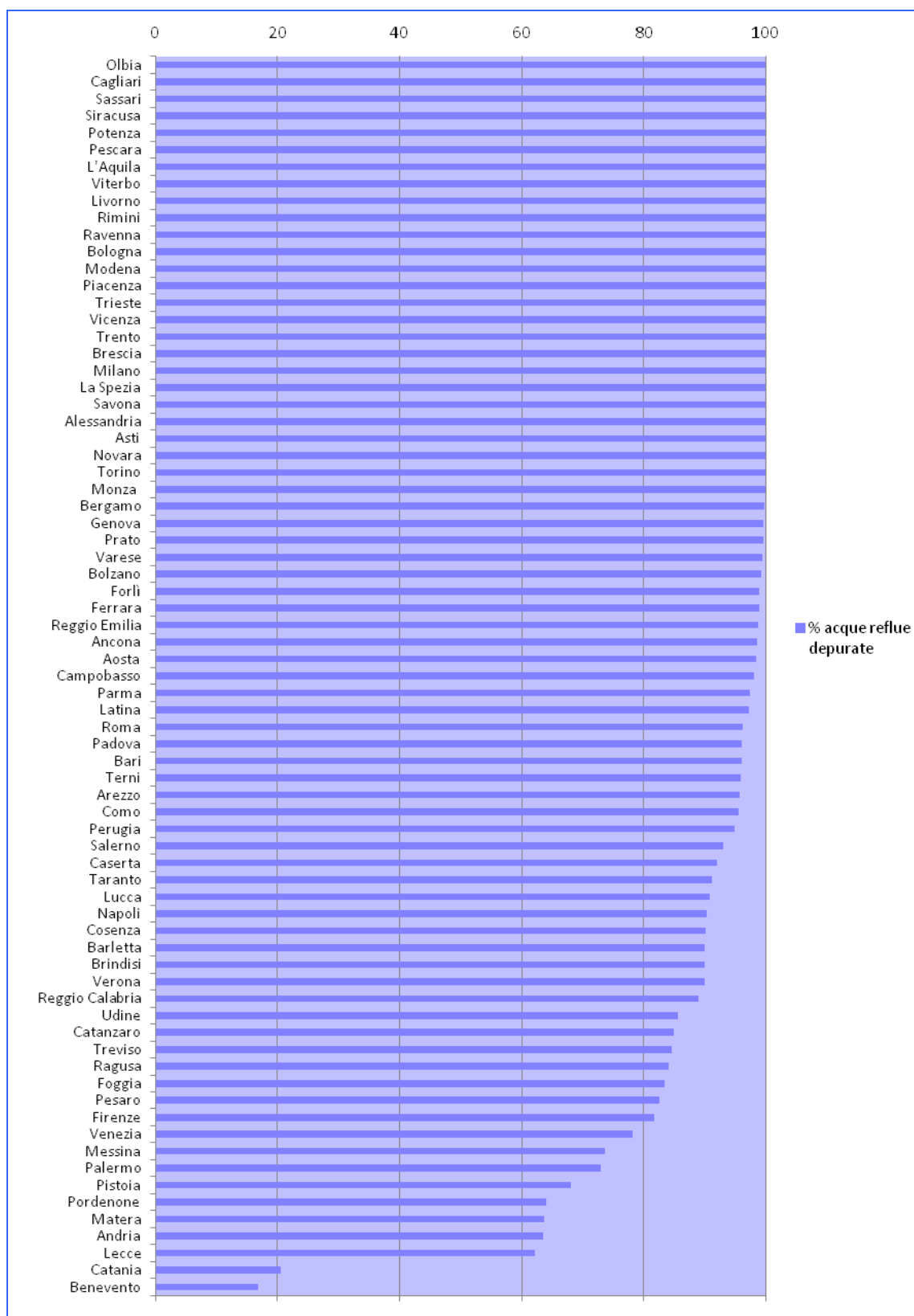
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati UWWTD Questionnaire 2013

Di particolare importanza, ai fini del corretto recepimento della normativa di riferimento, risulta anche la **Percentuale di acque reflue depurate** da sistemi di trattamento connessi alla rete fognaria. Come per le reti fognarie, anche la percentuale di acque reflue depurate risulta quasi sempre elevata nelle città selezionate ([Grafico 5.2.4](#)).

In particolare, in 28 città la percentuale è risultata del 100%, in 27 città compresa tra il 90% e il 100%, mentre in 18 centri urbani sono stati riscontrati valori inferiori al 90% (con i valori più bassi riscontrati per le città di Benevento con solo il 17% di reflui depurati e di Catania con il 21%).

Inoltre, rispetto al 2009, è stato riscontrato un incremento della percentuale di acque reflue depurate nei centri urbani di Palermo (con un incremento del 46%), Potenza (+25%), Udine(+9%), Barletta (+12%), Ancona(+6%), Reggio Emilia (+4%), Brescia (+3%), nonché di Roma e Firenze (+2%).

Grafico 5.2.4 - Percentuale di acque reflue depurate



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati UWWTD Questionnaire 2013

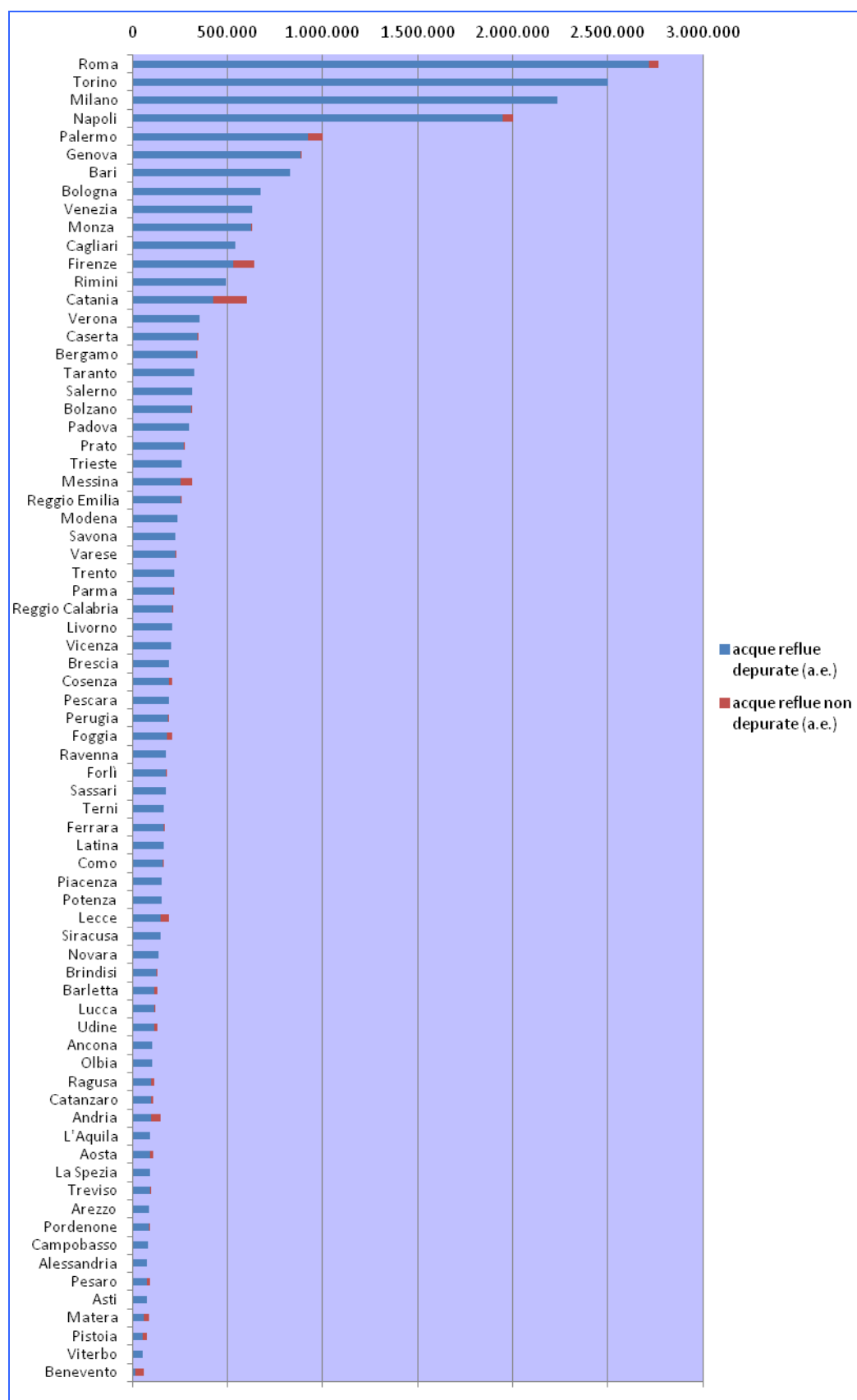
Si evidenzia, inoltre, che in alcuni dei centri urbani considerati è stata riscontrata una frazione anche non trascurabile di acque reflue non depurate.

Per rappresentare il carico organico non depurato si è ritenuto opportuno tenere conto, oltre al carico depurato, della eventuale frazione di reflui indirizzati verso i sistemi individuali o altri sistemi appropriati (IAS).

In particolare, in 39 città l'intero carico organico prodotto dagli agglomerati corrispondenti risulta sottoposto a depurazione, mentre in 20 centri urbani la percentuale di acque reflue non depurate risulta inferiore al 10%. In 14 centri urbani la percentuale di reflui non depurati varia dall'11% fino ad arrivare al 76,26% dell'intero carico prodotto per la città di Benevento.

L'entità del deficit depurativo è rappresentata nel [Grafico 5.2.5](#).

Grafico 5.2.5 - Suddivisione del carico generato in acque reflue depurate (da depuratori tradizionali + sistemi individuali o altri sistemi appropriati) e non depurate, in Abitanti Equivalenti



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati UWWTD Questionnaire 2013

Conformità degli scarichi alle norme di emissione

La **conformità degli scarichi** dei depuratori è stata calcolata confrontando i valori dei parametri degli effluenti degli impianti di depurazione con i limiti di emissione stabiliti dall'Allegato I alla Direttiva Comunitaria 91/271/CEE, in termini di concentrazione (mg/l) o di percentuale di riduzione.

Per gli impianti i cui scarichi sono ubicati in aree “sensibili”, oltre al rispetto dei limiti di emissione per i parametri BOD₅ e COD, deve essere garantito anche l'abbattimento dei nutrienti (Azoto e/o Fosforo, a seconda della situazione locale).

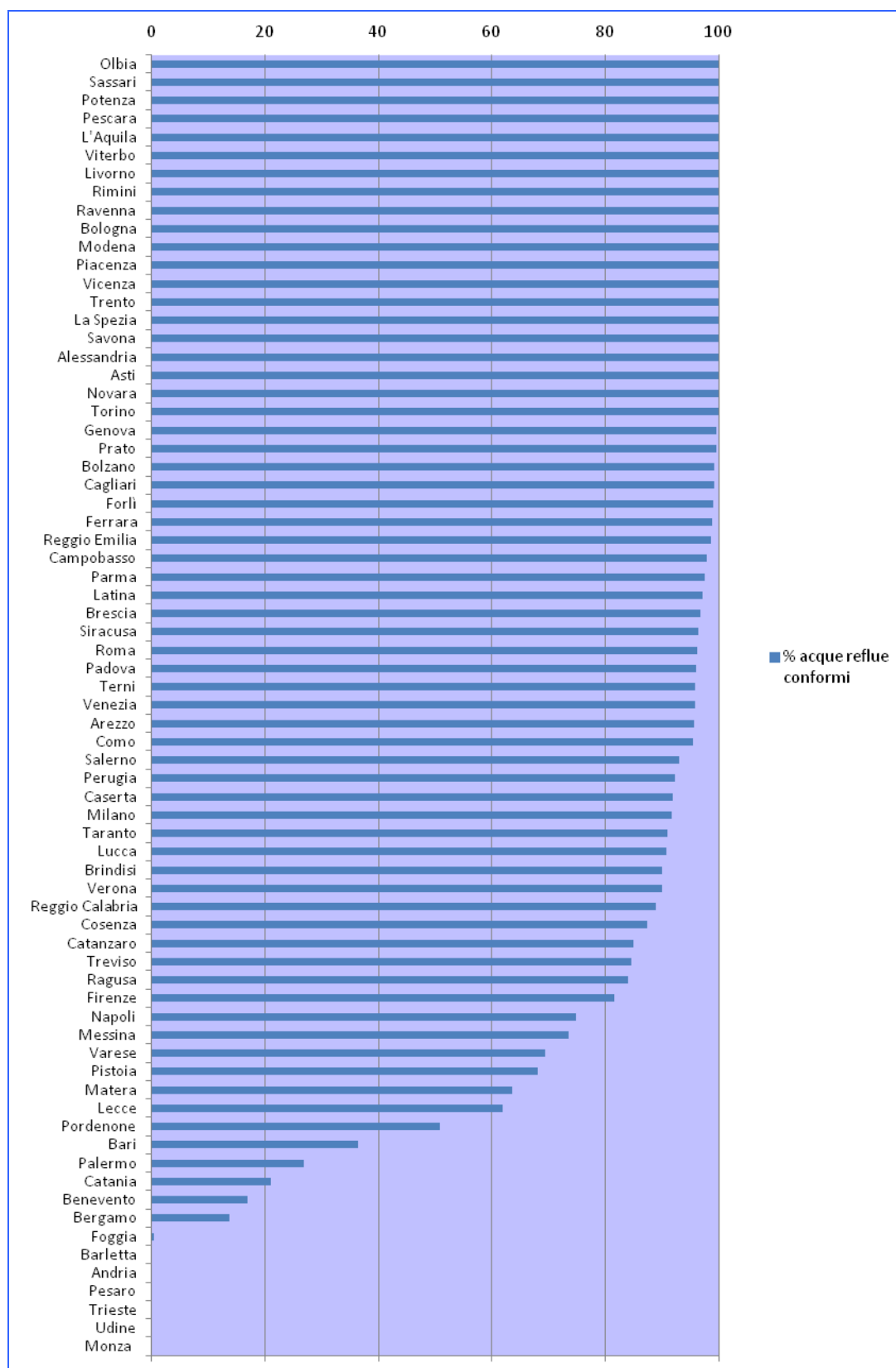
Le aree sensibili sono state identificate dalle Regioni e dalle Province Autonome di Trento e di Bolzano sulla base dei criteri stabiliti dall'Allegato II alla Direttiva Comunitaria 91/271/CEE. Sono stati, pertanto, considerati sensibili i sistemi idrici già eutrofizzati o che potrebbero essere esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici o le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile che, in assenza di interventi, potrebbero contenere concentrazioni di nitrati superiori alla norma.

La tutela delle acque nelle aree sensibili rappresenta uno degli obiettivi fondamentali dei programmi di tutela dei corpi idrici attuati dalle Regioni.

La percentuale di acque reflue depurate che risultano conformi alle norme di emissione rispetto al carico organico totale prodotto dalla città è rappresentata nella Figura che segue ([Grafico 5.2.6](#)).

Si precisa, tuttavia, che il quadro di sintesi rappresentato è riferito al 31.12.2012 e non tiene conto di eventuali interventi di adeguamento/potenziamento degli impianti di depurazione a servizio degli agglomerati corrispondenti ai centri urbani considerati, con conseguenti miglioramenti in termini di entità di reflui depurati e di qualità degli effluenti di depurazione.

Grafico 5.2.6 - Percentuale delle acque reflue conformi rispetto al carico totale depurato



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati UWWTD Questionnaire 2013

5.3 CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE: MONITORAGGIO 2010-2013

R. De Angelis, P. Borrello, E. Spada,
ISPRA – Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine
M. Scopelliti
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Classificazione delle acque di balneazione

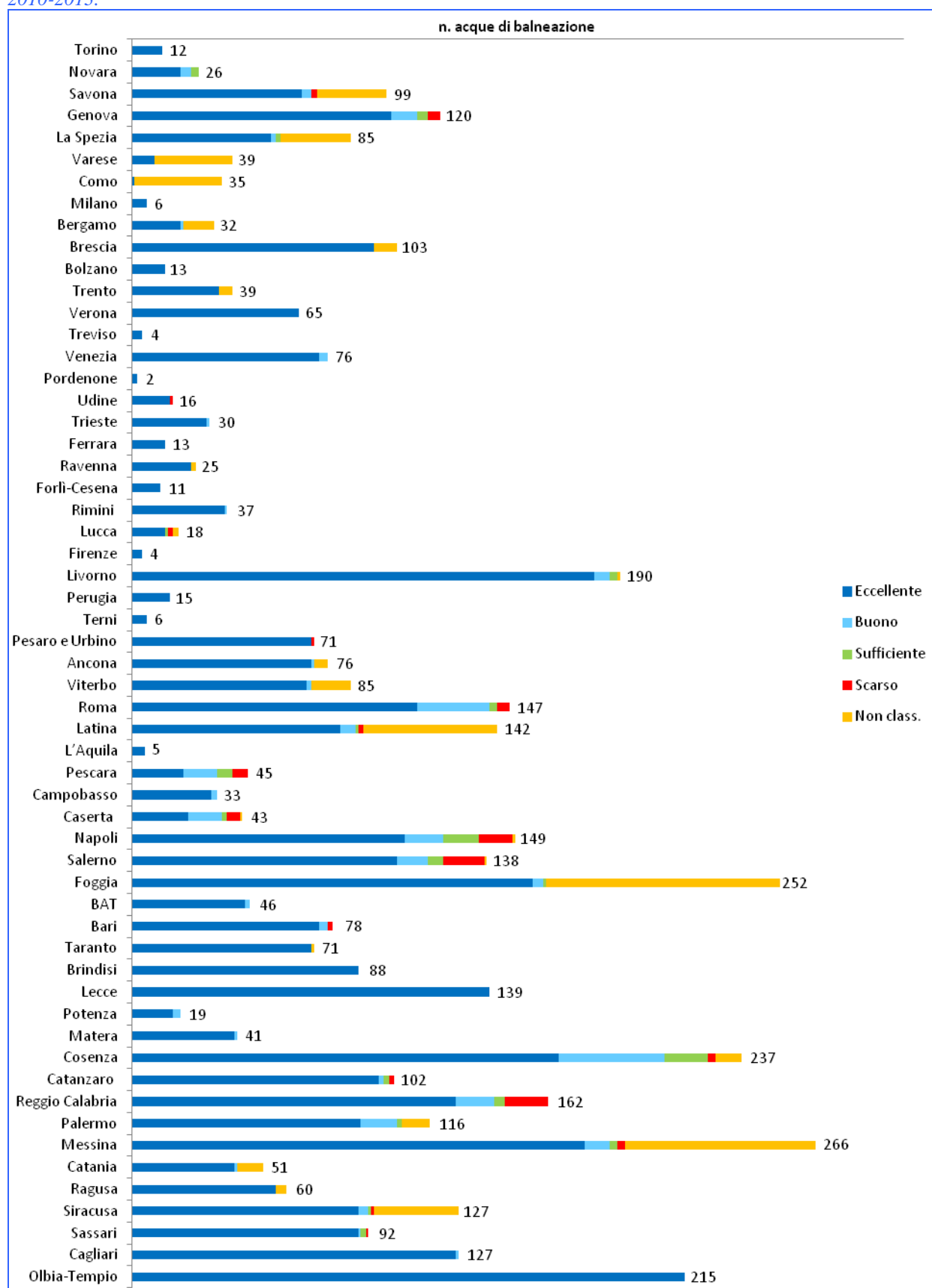
A partire dalla stagione balneare 2010, il controllo e la gestione delle **acque di balneazione** sono stati effettuati secondo le nuove regole stabilite dalla direttiva europea 2006/7/CE che è stata recepita nell'ordinamento italiano con il decreto legislativo 30 maggio 2008, n.116, al quale è seguito il decreto attuativo 30 marzo 2010. La Direttiva 2006/7/CE introduce un nuovo approccio per la tutela della salute umana, basato non soltanto sul monitoraggio ma anche sulla previsione dei peggioramenti qualitativi delle acque, che potrebbero comportare esposizioni potenzialmente pericolose per il bagnante. L'obiettivo è quello di conoscere a fondo tutti i fattori che potrebbero influenzare la qualità delle acque in modo da intervenire tempestivamente, riducendo, per esempio, l'impatto delle attività antropiche, al fine di raggiungere o preservare la "buona" qualità delle acque. Il raggiungimento di tale obiettivo è possibile mediante una specifica attività conoscitiva e di analisi del territorio limitrofo all'acqua di balneazione, considerando anche le informazioni relative alle pressioni (tipologia e dimensione scarichi, uso del suolo, etc.) ed alle caratteristiche geografiche (corsi d'acqua e relativa portata, piovosità, caratteristiche geologiche, etc.). Il monitoraggio rimane lo strumento principale per la valutazione qualitativa e la classificazione dell'acqua. L'attuale disciplina per il monitoraggio stabilisce un campionamento meno frequente (1 al mese) e focalizza l'attenzione su due soli parametri microbiologici, ossia Enterococchi intestinali ed *Escherichia coli*. In base ai risultati relativi a quattro anni di monitoraggio è possibile classificare le acque di balneazione secondo quattro classi di qualità (eccellente, buono, sufficiente e scarso). A tale giudizio non concorrono i risultati dell'attività conoscitiva, né tantomeno quelli di monitoraggi specifici volti allo studio di particolari fenomeni non direttamente correlati ad inquinamento microbiologico come, per es. la presenza di specie potenzialmente tossiche di cianobatteri e di ostreopsidaceae. Ad oggi, infatti in alcuni periodi della stagione balneare, alcune acque di balneazione del nostro paese sono interessate anche da due fenomeni ambientali quali la fioritura della microalga bentonica *Ostreopsis cf. ovata*, relativamente alle acque marine, e quella di alcune specie potenzialmente tossiche di cianobatteri in acque lacustri. La proliferazione di questi microrganismi rappresenta un problema ambientale ancora oggi oggetto di studi, volti soprattutto all'individuazione delle cause che possano innescare la fioritura, allo studio delle tossine e gli impatti sulla salute umana e sugli organismi marini bentonici, oltre che alle misure di mitigazione e risanamento.

Con la stagione balneare 2013, per l'Italia, si è concluso l'ultimo dei quattro anni di monitoraggio, secondo la regolamentazione della nuova direttiva, necessari per effettuare una prima classificazione delle acque di balneazione. L'attribuzione della classe di qualità viene effettuata attraverso un calcolo statistico (valutazione del 90° e 95° percentile), a partire dalla serie di dati per ciascuno dei due parametri (Enterococchi intestinali ed *Escherichia coli*) relativi agli ultimi quattro anni di monitoraggio, i cui risultati vengono poi messi a confronto con i valori fissati nella direttiva.

Appare pertanto evidente che la qualità delle acque di balneazione non può essere rappresentativa della qualità complessiva del corpo idrico ma fornisce solo indicazioni sulla contaminazione di origine fecale e una misura indiretta della pressione antropica, connessa, nella maggior parte dei casi, all'efficienza dei sistemi di depurazione.

La direttiva balneazione prevede che, le autorità competenti, assicurino un'adeguata **informazione e partecipazione attiva dei cittadini**. Infatti, informazioni quali classificazione, divieto di balneazione, descrizione generale dell'acqua di balneazione, inquinamento e relative cause e durata, devono essere divulgate con tempestività. A tale proposito, si segnalano alcuni siti in cui trovare informazioni sulle criticità di un'acqua di balneazione e fornire suggerimenti, segnalazioni ed osservazioni: <http://m.portaleacque.salute.gov.it>; <http://meteomeduse.focus.it/>; entrambi scaricabili anche attraverso applicazioni per cellulari.

Grafico 5.3.1- Classificazione delle acque di balneazione nelle province delle città campione. Monitoraggio 2010-2013.



BAT: Barletta-Andria-Trani

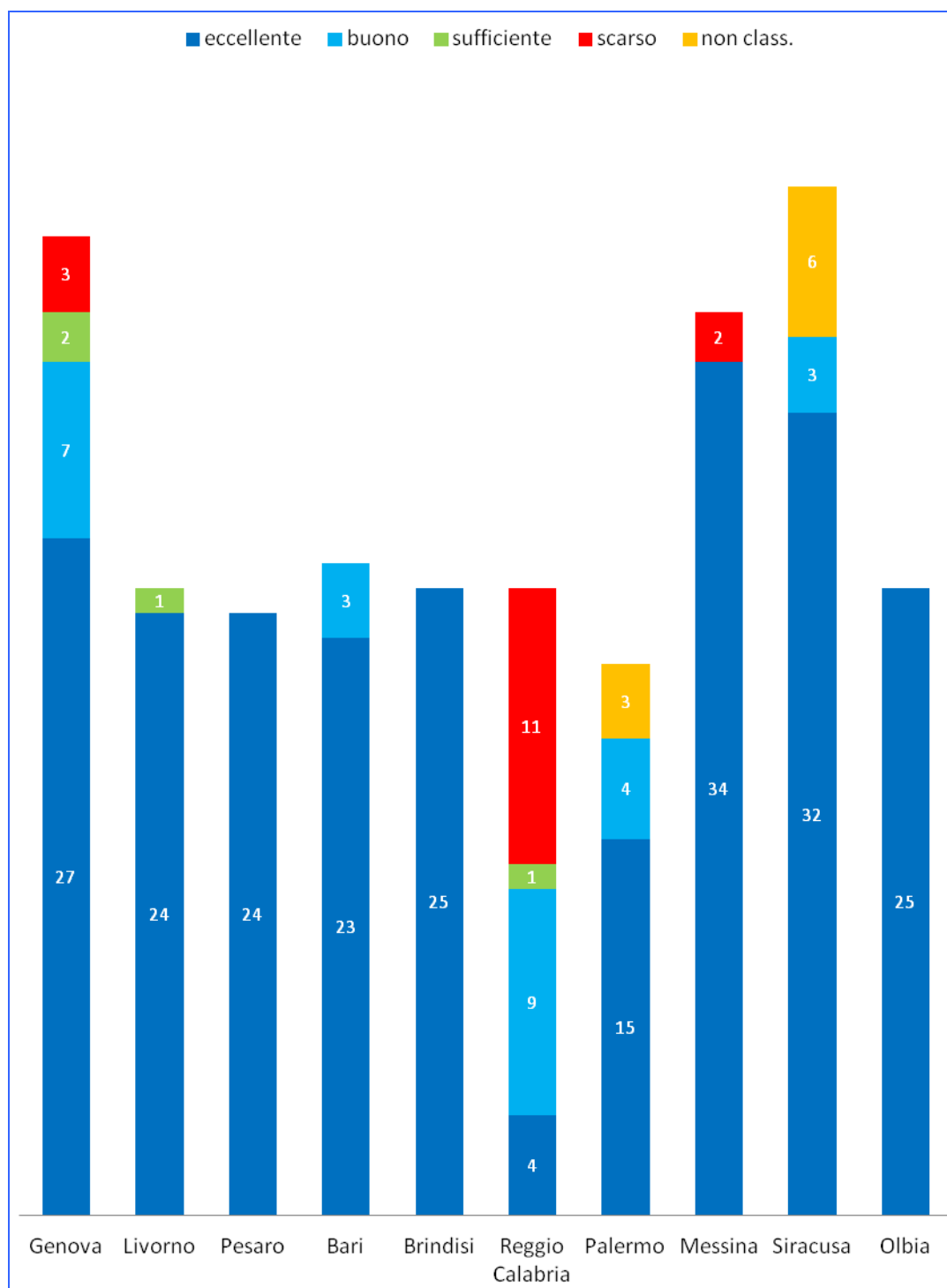
Fonte: Elaborazione MATTM/ISPRA su dati Ministero della Salute

In Italia, per la stagione balneare 2013, sono state identificate 5511 acque di balneazione, di cui 4867 marine e di transizione e 644 acque lacustri e fluviali. L'insieme delle acque di balneazione italiane rappresenta il 25% di tutte le acque di balneazione europee. Nel complesso 4900 acque, pari al 90.6% del totale, sono risultate almeno sufficienti, mentre il restante 9.4% delle acque è risultato di qualità scarsa o non classificabile. A tal proposito, va sottolineato che, per semplicità di esposizione, sono state ricomprese nella categoria delle acque non classificabili tutte le acque per le quali non è stato possibile elaborare il calcolo della classificazione per motivi riconducibili, nella maggior parte casi, ad un campionamento insufficiente. Nel [Grafico 5.3.1](#) e nella [Tabella 5.3.1 in Appendice](#), è presentato un quadro della classificazione delle acque di balneazione nelle province relative alle città campione, escludendo quelle che non avevano acque di balneazione, basata sul monitoraggio effettuato nelle quattro stagioni balneari 2010-2013. Sono state prese in considerazione le province e non solo le città per aumentare il numero di acque rappresentate. Inoltre, ai fini dell'elaborazione le acque sono state considerate singolarmente e non come gruppo, questo potrebbe comportare delle differenze rispetto ai risultati riportati da ARPA e Regioni.

I risultati evidenziano che, su un totale di 57 province, 24 presentano il 100% delle acque classificate come almeno sufficienti e, di queste, 15 hanno tutte le acque eccellenti. In tutti gli altri casi, comunque, si evidenzia come le acque eccellenti siano in percentuale nettamente superiore rispetto al totale delle acque conformi (classi eccellente, buona e sufficiente). Considerando che la direttiva prevede che entro il 2015 tutte le acque siano classificate almeno come sufficienti, il problema principale appare quello relativo alle acque non classificabili. Se, infatti, il numero di acque scarse appare relativamente contenuto, eccettuati i casi delle province di Napoli, Salerno e Reggio Calabria (8.7%, 11.6% e 10.5% rispettivamente), il numero di quelle non classificabili rimane decisamente alto. Va precisato, che si tratta di acque per le quali, per motivi diversi e non direttamente connessi ad inquinamento (principalmente per irregolarità nella frequenza di campionamento, numero totale di campioni insufficiente o monitoraggio avviato/riavviato da meno di quattro anni), non è stato possibile attribuire una classe di qualità. Tale problematica è in gran parte dovuta al fatto che il monitoraggio ai sensi della direttiva 2006/7/CE deve essere condotto secondo precisi protocolli operativi sostanzialmente differenti da quelli della norma precedente e che, soprattutto per il primo anno di monitoraggio (2010), molte Regioni hanno avuto difficoltà a rispettare integralmente. Le situazioni maggiormente critiche in tal senso si registrano nelle province di Siracusa, Latina, Foggia, Messina e Varese, con percentuali di acque non classificabili che oscillano tra il 26% e il 77%, ma soprattutto nella provincia di Como dove tale percentuale raggiunge il 97%.

Nel [Grafico 5.3.2](#) e nella [Tabella 5.3.2 in Appendice](#), sono invece riportati i risultati della classificazione nelle dieci città campione in cui, a differenza delle altre, sono state identificate un numero di acque di balneazione, stabilito arbitrariamente come pari a 20, sufficientemente significativo ai fini della presente rappresentazione. Anche dall'elaborazione, rappresentata nel [Grafico 5.3.2](#), risulta evidente che le acque classificate eccellenti sono in numero chiaramente dominante, con la sola eccezione per il comune di Reggio Calabria dove il numero di acque classificate come scarse è frutto dell'inefficienza, particolarmente evidente negli ultimi anni, dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue comunali cui non è stata data adeguata risposta.

Grafico 5.3.2 - Classificazione delle acque di balneazione nelle dieci città campione con un numero significativo di acque (> 20). Monitoraggio 2010-2013



Fonte: Elaborazione MATTM/ISPRA su dati Ministero della Salute

Per quanto concerne l'*Ostreopsis cf. ovata*, grazie all'attività di coordinamento dell'ISPRA con le ARPA costiere, iniziata nel 2006, è possibile conoscere la situazione in termini di presenza e di abbondanza lungo tutte le coste italiane interessate dal fenomeno. Sebbene questa attività, oltre alla distribuzione, abbia riguardato anche studi sulla biologia, tossicità ed ecologia della microalga, fornendo alcune importanti informazioni, ad oggi purtroppo rimangono ancora molti aspetti da chiarire o da definire. Infatti, un punto cruciale riguarda la definizione di valori di riferimento per la prevenzione e la gestione del rischio di intossicazione umana.

Attualmente, il valore di abbondanza di 10000 cell/l è stato assunto come soglia di riferimento (Linee Guida Min. Salute, 2007). Il superamento del suddetto limite, associato a condizioni meteo-marine favorevoli al mantenimento della fioritura e alla formazione di bioaerosol, determina l'adozione di una serie di azioni che comprendono: l'intensificazione del monitoraggio, l'osservazione dello stato di salute degli organismi bentonici, anche di interesse commerciale e l'informazione delle autorità competenti (Regione, ASL, Sindaci) e dei cittadini. L'esposizione alle tossine microalgali può avvenire attraverso le vie aeree (inalazione del bioaerosol marino tossico) o per contatto diretto con l'acqua di mare. Il quadro morboso acuto che ne può derivare è caratterizzato da dolori muscolari e articolari, febbre ($>38^{\circ}\text{C}$), rinorrea, tosse, irritazione delle prime vie aeree ed infine dermatite e/o congiuntivite. Tale sintomatologia compare rapidamente (2-6 ore dall'esposizione), e regredisce spontaneamente in media entro le 24 ore successive all'esposizione, almeno per quel che riguarda il caso del bioaerosol.

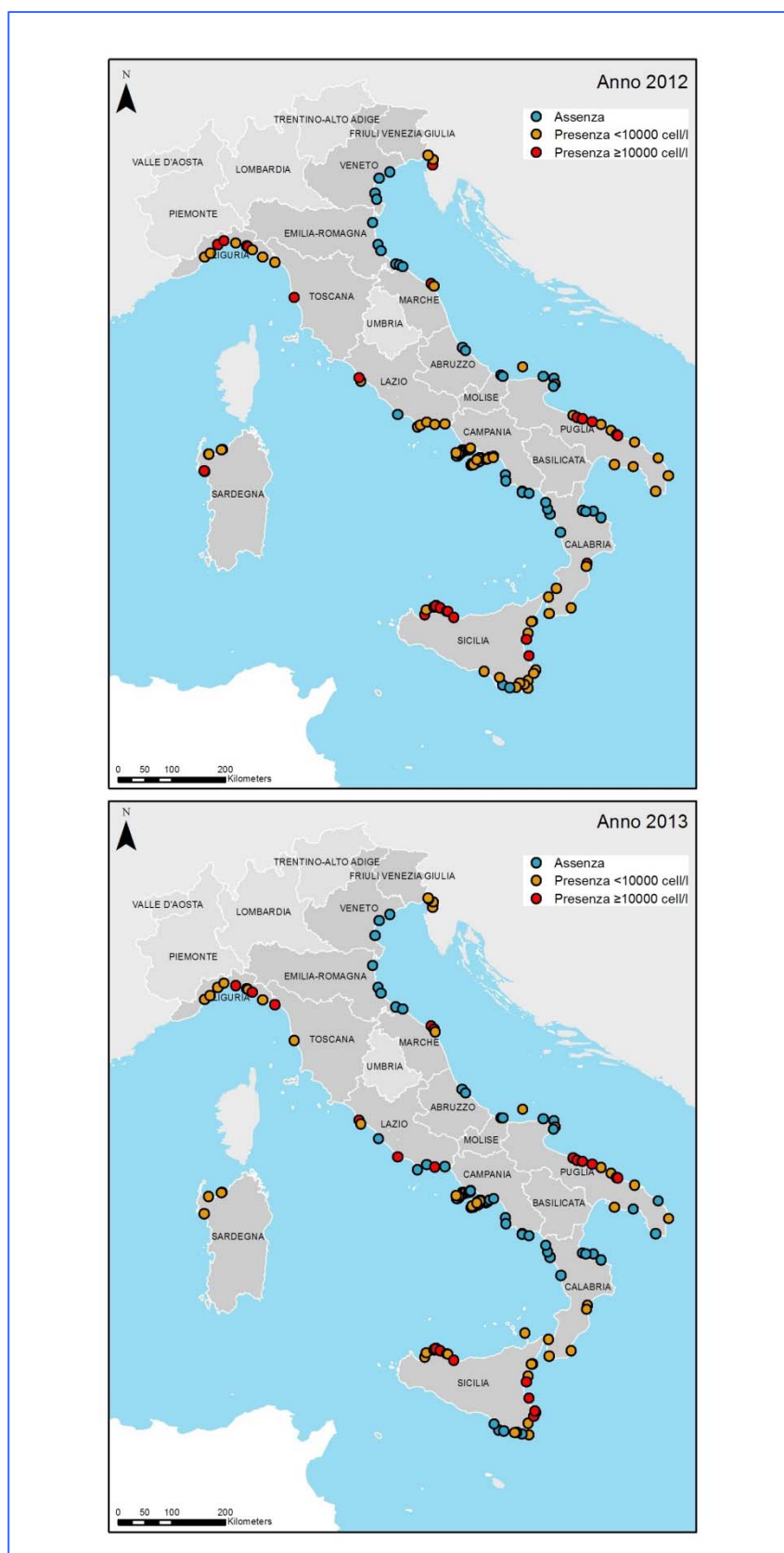
Considerando la complessità della tematica, al fine di dare elementi utili per una corretta gestione, è stato istituito un gruppo di lavoro nel 2012, presso il Ministero della Salute, per l'aggiornamento delle "Linee guida sulla gestione del rischio associato alle fioriture di *Ostreopsis cf. ovata* nelle coste italiane" a cui partecipa l'ISPRA, l'Istituto Superiore di Sanità, il Ministero dell'Ambiente, le Regioni costiere e alcune Università ad oggi in fase di pubblicazione. Nella [Tabella 5.3.3](#) e nella [Tabella 5.3.4 in Appendice](#) sono riportate le province campione nelle cui acque di balneazione è stato effettuato il monitoraggio di *Ostreopsis* per gli anni 2012 e 2013 e una sintesi dei risultati di interesse. In particolare, vengono riportati il numero dei punti di campionamento per provincia, la presenza/assenza di *Ostreopsis cf. ovata*, gli impatti osservati su alcuni organismi bentonici (alterazioni morfologiche e/o morie su ricci di mare, mitili, e stelle marine) e il dato di superamento di 10000 cell/l. Nelle [Mappe Tematiche 5.3.1 e 5.3.2](#) è illustrata la distribuzione dei punti di campionamento, e l'andamento del fenomeno. Le aree controllate sono quelle caratterizzate da coste e fondali a prevalente natura rocciosa e protette da barriere artificiali o naturali. Infatti, la proliferazione (fioritura) di cellule di *Ostreopsis cf. ovata* è favorita e sostenuta da condizioni di moto ondoso ridotto e da temperature dell'acqua relativamente elevate. Durante le fioriture spesso è stata osservata la presenza di una patina brunastra sui substrati colonizzati, aggregati brunastri mucilluginosi sospesi in colonna d'acqua e talvolta schiume superficiali. I prelievi di campioni di acqua e macroalghe sono stati effettuati dalla ARPA costiere, con frequenza mensile, quindicinale o a cadenze ravvicinate in presenza di fioriture.

Nella stagione 2012 ([Tabella 5.3.3 in Appendice](#)), le microalghe potenzialmente tossiche sono state riscontrate almeno una volta in 23 province campione anche con episodi di fioriture, mentre il valore limite di abbondanza delle 10000 cell/l è stato superato almeno una volta in 16 province. In alcuni casi è stato emesso il divieto di balneazione (Ancona) come misura di gestione a tutela della salute del bagnante. A Palermo sono stati segnalati a mezzo stampa casi di malessere della popolazione in concomitanza delle fioriture non confermate dalle autorità competenti (ASL).

Nel 2013 ([Tabella 5.3.4 in Appendice](#)) *Ostreopsis* era presente almeno una volta in 23 province campione anche con episodi di fioriture non sempre coincidenti con quelle del 2012 (vedi [Tabella 5.3.3](#)), mentre il valore limite di abbondanza delle 10000 cell/l è stato superato almeno una volta in 12 province.

Anche per il 2013 nella stazione di Passetto (Ancona) a seguito di una significativa fioritura nel mese di settembre è stato emesso il divieto di balneazione come misura di gestione a tutela della salute del bagnante. Il Comune ha delimitato la zona interessata con apposita segnaletica e pubblicato sul proprio sito web gli esiti analitici dei campionamenti fino alla conclusione della fioritura. In Puglia ci sono stati diverse segnalazioni di malesseri sui bagnanti per esposizione all'aerosol nelle aree costiere con fioriture di *Ostreopsis*.

Mappe 5.3.1 e 5.3.2 - Presenza di *Ostreopsis cf. ovata* nelle province costiere italiane, stagioni 2012 e 2013



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle ARPA costiere

5.4 LA CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE SECONDO LE DIRETTIVE 2000/60/CE e 2006/7/CE

R. De Angelis, P. Borrello, E. Spada

ISPRA

M. Scopelliti

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

L'importanza dell'acqua è tale per la popolazione umana che si potrebbe ripercorrere la storia dello sviluppo della nostra società proprio attraverso il suo rapporto con l'acqua. Infatti, di questo fondamentale elemento, ne sono stati fatti molteplici usi, quelli artigianali (per macinare il grano, lavorare il cuoio, le pelli, la lana e per la produzione della carta), quelli alimentari, quelli agricoli e quelli igienici. Nel corso della storia, la vicinanza all'acqua fu essenziale per lo sviluppo di civiltà fluviali e marino costiere. Non è un caso, infatti, che molte città (Roma, Firenze, Torino, Parigi, Londra, etc.) siano sorte e si siano sviluppate sulle rive di un fiume che, da solo, bastava ad assicurare l'acqua per tutti gli scopi suddetti.

Inoltre, l'importanza dell'acqua è anche legata ad un altro fattore di cui la società moderna non può fare a meno: l'energia. L'energia idrica rappresenta un importante contributo al progresso della civiltà moderna. Tale progresso però, ha generato diversi tipi di rifiuti (industriali, urbani, agricoli e i materiali radioattivi), che riversati nell'ambiente stanno avendo un forte impatto negativo sulle varie componenti in termini di inquinamento. Rispetto alla componente acqua, l'inquinamento idrico può avvenire in forma diretta o indiretta, ad esempio attraverso il suolo, con l'immissione di sostanze ed organismi derivati da attività antropiche. Tutto ciò ha reso necessaria l'emanazione di una serie di norme, in cui sono stati stabiliti standard e obiettivi in materia di scarichi di sostanze pericolose, acqua potabile, zone di pesca, acque destinate alla molluschicoltura, acque di balneazione e sotterranee, allo scopo di proteggere l'ambiente e la salute umana. La norma più completa nella politica delle acque è la direttiva quadro 2000/60/CE, integrata con altre direttive quali per esempio: la direttiva balneazione (2006/7/CE), la direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino (2008/56/CE) e la direttiva sulle alluvioni (2007/60/CE).

La direttiva 2000/60 riguarda le acque superficiali e quelle sotterranee, ivi compresi i fiumi, i laghi, le acque costiere e le «acque di transizione», e i corpi idrici artificiali o «fortemente modificati». Per ogni «acqua» vengono identificati «corpi idrici significativi» sulla base delle caratteristiche idromorfologiche e fisico-chimiche degli stessi, che devono raggiungere il buono stato ambientale, espressione complessiva dello stato del corpo idrico, ovvero dello stato ecologico e dello stato chimico, entro il 2015. A tale scopo dovranno essere garantiti non solo bassi livelli di inquinamento chimico, ma anche sostenuta la salute degli ecosistemi acquatici.

Lo «stato ecologico» è espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali. Alla sua definizione concorrono:

- elementi di Qualità Biologica (EQB) (macrobenthos, fitoplancton, macrofite e fauna ittica);
- elementi idrologici (a supporto) come: quantità, portata idrica, profondità delle acque ecc.;
- elementi morfologici (a supporto) come: struttura degli alvei fluviali e dei fondali marini, ecc.;
- elementi fisico-chimici, come temperatura, salinità ecc. a supporto degli elementi biologici.

Nella definizione dello stato ecologico, quindi, la valutazione degli elementi biologici diventa dominante e gli altri elementi (fisico-chimici, chimici e idromorfologici) vengono considerati di supporto per la migliore comprensione e l'inquadramento dello stato delle comunità biologiche all'interno dell'ecosistema in esame.

Lo schema di **Classificazione della Direttiva 2000/60/CE** relativo allo stato ecologico delle acque comporta che a monte, per ogni tipologia di corpo idrico, siano individuate le «condizioni di riferimento» ovvero lo stato che si avvicina di più a condizioni naturali indisturbate (bianco) per gli elementi sopra elencati, mentre con il monitoraggio si determina lo stato ecologico, chimico e morfologico delle acque. Mettendo in relazione tale stato con le condizioni di riferimento, è possibile attribuire una delle cinque classi che definiscono lo stato del corpo idrico ovvero: elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo.

Per «stato elevato» si intendono condizioni biologiche, chimiche e morfologiche associate a una pressione antropica nulla o molto bassa; questa classe corrisponde alla «condizione di riferimento» che rappresenta il migliore stato raggiungibile. La qualità viene valutata in base all'entità della deviazione dalle condizioni di riferimento.

Per definire lo stato chimico, sono stati identificati criteri di qualità ambientale per 33 sostanze prioritarie nuove e otto sostanze già regolamentate, da rilevare nelle acque, nei sedimenti o nel biota. In tale contesto, la direttiva quadro sulle acque è supportata da altri atti normativi in materia di

controllo dell'inquinamento, quali il regolamento REACH e la direttiva IPPC.

La Commissione effettua un riesame periodico dell'elenco delle sostanze e può aggiungerne di nuove in futuro.

Nello spirito della 2000/60/CE, anche la **Direttiva sulle acque di balneazione (2006/7/CE)**, prevede che tutte le acque di balneazione rientrino in una classe di qualità eccellente, buona, sufficiente e scarsa e che entro il 2015 dovranno essere almeno di classe sufficiente. A differenza della direttiva 2000/60/CE, la classificazione, ai sensi della direttiva balneazione, si basa esclusivamente su indicatori di contaminazione fecale poiché tale direttiva è principalmente finalizzata a proteggere la salute umana dai potenziali rischi derivanti dall'ambiente. Per tale motivo, a questo punto dell'attuazione, l'analisi ambientale prevista con la redazione del profilo ambientale non influenza l'attribuzione della classe di qualità. Infatti, quest'ultima viene assegnata sulla base dei risultati dei due indicatori di contaminazione fecale (Enterococchi intestinali ed *Escherichia coli*) relativamente a quattro anni di monitoraggio. Il *profilo ambientale* previsto dalla direttiva invece, rappresenta lo strumento essenziale per individuare potenziali fonti di inquinamento e per intraprendere adeguate misure di gestione per eliminare o contenere il rischio igienico sanitario. Sebbene le due direttive abbiano una base comune, che è quella di individuare le fonti di inquinamento e prevenire possibili danni all'ambiente, le finalità sono differenti poiché la Direttiva 2000/60/CE istituisce un quadro per la protezione delle acque mentre la Direttiva 2006/7/CE protegge la salute umana dai rischi derivanti dalla scarsa qualità delle acque di balneazione. Pertanto, anche le classi di qualità delle due direttive, hanno significati diversi che rispecchiano criteri metodologici differenti rispetto agli obiettivi da raggiungere; per esempio, un'acqua di balneazione classificata come "eccellente" potrebbe presentare delle criticità ambientali (chimiche e/o ecologiche) e quindi non trovare la stessa corrispondenza con la classificazione della direttiva quadro sulle acque.

5.5 MEDUSE E ATTIVITÀ ANTROPICHE

F. Boero

Università del Salento, CNR-ISMAR, WWF

L'ascesa dei gelatinosi

La presenza di proliferazioni abnormi di **meduse** è stata registrata da quando l'uomo ha iniziato a prender nota di quel che avviene in mare: le meduse ci pungono e spesso interferiscono con le attività di pesca, e la loro presenza non può passare inosservata.

In Mediterraneo, l'ultima invasione a livello di bacino avvenne nei primi anni Ottanta, quando *Pelagia noctiluca* divenne la dominatrice incontrastata della colonna d'acqua. Dopo tre anni di inferno, però, *Pelagia* quasi scomparve e ci dimenticammo di lei e delle meduse. Nei secondi anni novanta, però, avvenne quel che gli specialisti di meduse andavano preconizzando da tempo. Gli anni di *Pelagia* erano stati come le prime bolle che iniziano a salire, preannunciando l'ebollizione. Fenomeni analoghi furono considerati dai pochi medusologi come forti indizi che, in tutti i mari e oceani del globo, fosse evidente una tendenza all'aumento di meduse. A un certo punto questi episodi apparentemente isolati divennero storia e le "bolle" interessarono tutti gli oceani: le meduse presero il sopravvento e la loro presenza, con molte specie, diverse di bacino in bacino, divenne sempre più ingombrante. In effetti non c'erano solo le meduse (Cnidari) a rappresentare il plancton gelatinoso. Assieme ad esse, infatti, si presentarono altri organismi gelatinosi, come gli ctenofori (predatori come le meduse, ma non urticanti) e i taliacei (ad alimentazione microfaga).

Uno ctenoforo, *Mnemiopsis leidyi*, arrivò in Mar Nero con le acque di zavorra delle petroliere americane, e si mangiò tutte le larve di pesci e il loro cibo di crostacei, mettendo in crisi il settore della pesca in un intero bacino. Il caso di *Mnemiopsis* divenne paradigmatico nel dimostrare due cose: l'impatto delle specie aliene e il fatto che le proliferazioni dei gelatinosi siano in grado di stravolgere il funzionamento degli ecosistemi.

Perché tante meduse?

Una volta preso atto di "cosa" sta avvenendo (la gelatinizzazione dei mari) si tratta ora di capire "perché", in modo da vedere se sia possibile invertire il fenomeno che, a conti fatti, per il momento non ci è favorevole.

In bio-ecologia spesso i fenomeni sono determinati non da una, ma da molteplici cause. Avviene spesso, però, che, una volta identificata una causa, si tenda ad attribuire ad essa la totale responsabilità del fenomeno studiato. La causalità multipla richiede un atteggiamento più aperto. Le cause sino ad ora proposte molto probabilmente hanno importanza diversa a seconda dei luoghi, dei periodi e delle specie: lo "zooplankton gelatinoso" comprende una grandissima varietà di phyla e migliaia di specie, ognuna con la propria biologia.

Vediamo quindi le principali cause che, assieme, concorrono a determinare il successo dei gelatinosi.

La pesca eccessiva

La natura non ama il vuoto. Togliamo i pesci con la pesca eccessiva, e rimane una biomassa di crostacei a disposizione di altri predatori. Moltissimi pesci ossei, nelle loro fasi larvali e giovanili, si nutrono di zooplankton di crostacei. Poi, crescendo, i pesci iniziano a mangiarsi gli uni con gli altri. La pesca è in crisi in tutti i mari e gli oceani del globo. Continuiamo a pescare pesci perché usiamo tecnologie sofisticatissime e abbiamo incrementato in modo esponenziale lo sforzo di pesca, ma proprio la necessità di aumentarlo dimostra che le popolazioni ittiche sono oramai in profonda crisi. Se le specie ittiche diminuiscono quantitativamente, anche le larve prodotte sono in quantità minore, e la competizione con le meduse per accedere alla risorsa plancton diminuisce. Una popolazione ittica in buono stato produrrà moltissime larve e moltissimi stadi giovanili che, inevitabilmente, competeranno con i carnivori gelatinosi per avere accesso alle risorse trofiche. Liberati dalla competizione, meduse e ctenofori riempiono il vuoto lasciato dai pesci (che abbiamo tolto noi) e, oltre a mangiare il cibo dei giovani pesci, mangiano anche le uova e le larve dei pesci che, quindi, si trovano tra due fuochi: noi mangiamo gli adulti, i carnivori gelatinosi mangiano le uova e le larve, e anche il cibo dei giovani.

L'acquacoltura è un effetto collaterale della pesca eccessiva. Visto che le popolazioni naturali di pesci sono oramai poco produttive, stiamo passando da cacciatori-raccoglitori (pescatori) ad agricoltori (acquacoltori) anche nell'ambiente marino. Ma, a differenza di quanto abbiamo fatto a terra, non alleviamo erbivori, alleviamo carnivori. Il cibo delle specie più popolari nell'area mediterranea (spigole e orate) è costituito da pellet a base di farina di pesce. La farina è ottenuta da pesci pescati. Abbiamo tolto i pesci grandi, ora peschiamo i pesci piccoli per darli da mangiare a quelli grandi.

Ecologicamente una simile pratica si può etichettare in un solo modo: follia. In attesa di trasformare i carnivori in erbivori, in modo da non usare più farine di pesce, stiamo distruggendo le ultime popolazioni di pesci selvatici. Questa gestione poco oculata delle risorse ittiche favorisce ancora una volta i carnivori gelatinosi.

Aumento dei substrati adatti all'insediamento dei polipi

Molte specie di meduse hanno un ciclo complesso che comprende una fase bentonica chiamata polipo che si riproduce asessualmente e che dà origine alla fase sessuata: la medusa. Le meduse si riproducono sessualmente e danno origine a nuovi polipi. I polipi hanno bisogno di substrati duri dove insediarsi. Un uso dissennato delle aree costiere ha portato alla proliferazione di costruzioni e infrastrutture direttamente sulla linea di costa. La ferrovia adriatica, per esempio, è in gran parte costruita sul mare. Quando la ferrovia passa più internamente, sono le case ad essere costruite direttamente sulla spiaggia. Queste costruzioni non consentono ai litorali di andare incontro alla loro naturale dinamica, con spostamento di sabbia all'interno di celle di sedimentazione. Ogni arretramento della spiaggia minaccia quel che abbiamo costruito, e deve essere fermato. Sono state quindi costruite centinaia di chilometri di difese costiere che hanno trasformato i litorali sabbiosi (poco adatti all'insediamento dei polipi) in litorali rocciosi (molto adatti all'insediamento dei polipi). Oltre alle difese costiere sono aumentati i porti turistici, anch'essi basati sulla costruzione di difese costiere. Meduse fino a qualche decennio fa praticamente sconosciute in Adriatico, come il cubozoo *Carybdea marsupialis*, sono ora abbondantissime lungo la costa adriatica. La coincidenza dell'aumento di questa specie con la costruzione delle difese costiere forse non è casuale. Altre specie che potrebbero essere favorite dall'aumento di substrati duri sono *Rhizostoma pulmo*, il polmone di mare, e *Cotylorhiza tuberculata*, la medusa uovo fritto, entrambe poco urticanti, bellissime e la cui presenza ha probabilmente effetti favorevoli sul reclutamento dei pesci.

Il riscaldamento globale

Molte specie di meduse iniziano i loro periodi di attività in primavera, in coincidenza con il bloom primaverile di zooplankton, e poi continuano ad essere presenti fino ad estate inoltrata, riproducendosi dopo un periodo di crescita somatica. L'aumento delle temperature potrebbe avere un effetto positivo sulle specie autoctone. Di sicuro lo ha sulle specie tropicali che, sempre di più, trovano condizioni favorevoli in Mediterraneo a causa dell'innalzamento della temperatura. Specie sconosciute fino a qualche decennio fa, come *Rhopilema nomadica*, sono ora dominanti nel bacino orientale. *Rhopilema nomadica* è stata descritta per le coste di Israele ma, sicuramente, non è una specie tipicamente mediterranea. È entrata in Mediterraneo attraverso il Canale di Suez, provenendo da aree in cui trova il suo habitat naturale ma dove non è mai stata notata da specialisti di plancton gelatinoso. In poco tempo *Rhopilema* ha sviluppato popolazioni enormi e oramai, ogni estate, è l'ingrediente di base delle popolazioni animali del Mediterraneo orientale. Assieme a lei è entrata un'altra specie prima sconosciuta: *Marivagia stellata*. E sono arrivate anche specie tropicali già conosciute, come *Cassiopea andromeda* e *Phyllorhiza punctata*. Questo grande successo di specie tropicali nel bacino orientale del Mediterraneo è la migliore prova dell'influenza del cambiamento climatico sui biota mediterranei.

Il traffico navale

Il Mediterraneo è un crocevia del traffico marittimo mondiale, grazie alla presenza del Canale di Suez. Le navi, per mantenersi stabili, utilizzano cisterne per le acque di zavorra. Nel porto di partenza le acque vengono pompate nelle cisterne (assieme al plancton che contengono) e, una volta che la nave arriva a destinazione e effettua il carico delle merci, le acque di zavorra vengono scaricate, assieme al plancton che contengono. In questo modo, specie che abitano determinate zone, riescono ad attraversare grandi spazi e ad avere la possibilità di colonizzare altre aree. Lo stesso può avvenire attraverso l'insediamento sulle carene delle navi. Il destino delle specie aliene (così vengono chiamate le specie tipiche di un'area geografica quando all'improvviso ne raggiungono altre dove non vivono naturalmente) è vario. Molte non trovano condizioni adatte alla propria sopravvivenza. Condizioni fisiche (principalmente temperatura e salinità) poco consone ai propri requisiti possono essere il primo filtro. Poi è necessario che sia presente una fonte di cibo adatta alle esigenze dell'alieno e, inoltre, la competizione con gli "indigeni" che usano quella risorsa non deve essere troppo intensa. Inoltre non devono essere presenti predatori e patogeni tanto efficienti da far estinguere in breve tempo i primi colonizzatori. Le condizioni da soddisfare sono molteplici e, apparentemente, la sopravvivenza sembrerebbe difficile per una specie non coevoluta con l'ambiente che occupa. Ma il

caso di *Mnemiopsis leidyi* dimostra che questo è possibile, e a volte la soluzione al problema avviene con l'arrivo di altre specie, sempre portate dalle navi, che predando sull'alieno fanno da calmiera al suo impatto devastante. L'arrivo di un altro ctenoforo (*Beroe ovata*), grande predatore di *Mnemiopsis*, pare abbia salvato il Mar Nero da ulteriori catastrofi dovute alla proliferazione di una specie aliena di particolare successo. Nell'inverno 2014 è stata trovata, nell'Adriatico Settentrionale, una nuova specie di *Pelagia*: *Pelagia benovici*. Se si trova una specie sconosciuta in un braccio di mare che altro non è che un *cul de sac* del Mediterraneo orientale e che viene studiato da secoli in modo molto intenso, è molto probabile che provenga da qualche altra parte del mondo. Essendo una specie molto evidente, è difficile che possa aver raggiunto il Nord Adriatico in modo naturale, per espansione del proprio areale, dopo aver attraversato una buona parte del Mediterraneo. I ricercatori l'avrebbero vista di sicuro. Con ogni probabilità si tratta di una specie ad affinità fredda che ha raggiunto il Nord Adriatico in inverno, nelle acque di zavorra di qualche nave. Le condizioni sono state favorevoli e ha proliferato sino alla primavera, per poi scomparire. Forse *Pelagia benovici* è già estinta localmente e le popolazioni naturali di questa specie prosperano in qualche posto del mondo in cui nessuno conosce le meduse da un punto di vista tassonomico. Proprio come è avvenuto per *Rhopilema nomadica* e *Marivagia stellata*. Queste specie sono però ad affinità calda e si sono affermate prima di tutto nella parte più calda del Mediterraneo orientale, prosperando in estate. *Pelagia benovici*, invece, si è affermata in inverno nella parte più fredda di tutto il Mediterraneo. Potrebbe avvenire che le nuove popolazioni si adattino a nuove condizioni ambientali. Dopo decenni di dominio in Mar Nero e totale assenza in Mediterraneo, per esempio, *Mnemiopsis leidyi* è ora frequente persino lungo le coste israeliane, per non parlare del Mediterraneo occidentale. Le specie evolvono e possono adattarsi fisiologicamente a nuove condizioni.

L'impatto dei gelatinosi

Abbiamo visto che le attività antropiche, nella loro molteplicità, hanno favorito il cambiamento di regime da pesci a meduse, con impatti che vanno dal livello globale, come il riscaldamento dei mari, il traffico marittimo e la pesca eccessiva, a impatti legati a situazioni locali, come lo sviluppo delle difese costiere. L'aumento degli organismi gelatinosi ha, a sua volta, profondi impatti sul funzionamento degli ecosistemi, e influenza le attività antropiche. Gli impatti sono molteplici.

Impatti negativi

Salute

Le meduse sono urticanti e possono causare irritazioni anche gravi. Decine di migliaia di persone sono punte ogni anno da diverse specie di meduse. La prima responsabile è *Pelagia noctiluca*, ma ci sono stati casi di punture letali attribuite alla caravella portoghese, il sifonoforo *Physalia physalis*. Le punture di meduse mediterranee, comunque, di solito non sono di tale entità da causare preoccupazione, ma sono sufficientemente invalidanti da rovinare una vacanza.

Turismo

Il turismo balneare è molto sviluppato nel nostro paese, e rappresenta un settore importante del PIL. I turisti vogliono bagnarsi nelle acque del Mediterraneo, e la presenza di meduse rende dolorosa questa esperienza. Le permanenze si accorciano, le notizie di proliferazioni di meduse raggiungono i media nazionali e internazionali e portano alla cancellazione delle prenotazioni.

Industria

Gli impianti industriali sono spesso situati in riva al mare, e usano l'acqua marina per raffreddare gli impianti. Succede sempre più spesso che enormi popolazioni di meduse siano risucchiate dagli impianti di raffreddamento, intasandoli. Questo porta al fermo degli impianti, con gravi danni alla produzione. Le attività più colpite sono gli impianti di desalinizzazione dell'acqua di mare e gli impianti di produzione di energia.

Acquacoltura

L'acquacoltura in gabbie galleggianti prevede che i pesci in allevamento siano tenuti in mare aperto. Le proliferazioni di meduse spingono gli animali urticanti dentro le gabbie, i pesci non possono fuggire e vengono a contatto con i tentacoli e le braccia orali. Questi contatti, di solito impossibili perché i pesci fuggono ai primi incontri, risultano letali per i pesci in allevamento, con forti perdite economiche.

Pesca

Le meduse mangiano il plancton di crostacei di cui si nutrono i primi stadi di sviluppo dei pesci, agendo da competitori. Esse mangiano anche le uova e le larve dei pesci, agendo da predatori. Quando competizione e predazione si esercitano su specie commerciali, i prodotti della pesca invariabilmente diminuiscono a causa dell'impatto delle meduse (e di altri predatori gelatinosi) sul

reclutamento. Le specie che mangiano meduse, inoltre, sono di scarso o nullo valore commerciale, come ad esempio i pesci luna e le tartarughe marine. Le catture accidentali di queste specie, sempre più abbondanti, sono di detrimento alla redditività della pesca. Il plancton gelatinoso, inoltre, può intasare gli attrezzi da pesca, impedendone l'efficienza. I pescatori sono punti dalle meduse nel momento in cui entrano in contatto con le reti a cui esse sono aggrovigliate.

Impatti positivi

Acquariofilia

Le meduse sono animali bellissimi e, negli ultimi 20 anni, la loro presenza negli acquari marini di tutto il mondo rappresenta una delle principali attrattive.

Fonte alimentare

In molti paesi orientali (es. Cina, Giappone) alcune specie di medusa sono considerate prelibatezze. L'aumento della presenza di meduse nei nostri mari può portare a considerare la loro utilizzazione come fonte alimentare, una volta accertate le proprietà nutritive e la palatabilità.

Mangime

Le grandi biomasse di plancton gelatinoso, opportunamente trattate, possono diventare una fonte energetica per animali allevati in cattività.

Farmaceutica

Come tutti gli invertebrati marini, anche i gelatinosi potrebbero avere proprietà a noi potenzialmente utili. Quella che chiamiamo impropriamente "gelatina" è in effetti matrice extracellulare ricca di fibre di collagene. Si tratta di sostanze che potrebbero avere un ruolo nelle biotecnologie marine, soprattutto se le proprietà delle diverse specie fossero esplorate su più ampia scala. La *Green Fluorescent Protein* (GFP), che ha valso un premio Nobel per la fisica solo pochi anni fa è a base di aequoreina, una sostanza luminescente ricavata dalla medusa *Aequorea victoria*. Solo la presenza di questa medusa in grandi quantità presso i laboratori di *Friday Harbor* ha permesso di ottenere questo importantissimo risultato.

Protezione per pesci di interesse commerciale

Alcune specie di meduse (es. *Rhizostoma pulmo* e *Cotylorhiza tuberculata*) spesso offrono riparo a stadi giovanili di pesci di interesse commerciale che si rifugiano sotto i loro ombrelli. In mancanza di tale protezione, i pesci sono maggiormente oggetto di predazione. Le meduse, quindi, possono giocare un ruolo di aumento delle possibilità di crescita da parte di alcune specie di pesci.

Quali specie di meduse?

Abbiamo visto che la parola "meduse" comprende una varietà di viventi che va ben oltre quel che gli zoologi chiamano meduse. La parola esatta dovrebbe essere: macrozooplancton gelatinoso. La quantità di questa componente del plancton va aumentando sempre più, in Mediterraneo, per le cause che abbiamo già elencato. Ma anche la "qualità" è in aumento, visto che specie nuove per il Mediterraneo o addirittura nuove per la scienza continuano ad essere scoperte, con un continuo aumento della lista dei rappresentanti del plancton gelatinoso nei nostri mari. Se vogliamo esplorare la diversità delle "meduse" e ricostruire la loro presenza lungo le nostre coste possiamo valerci della scienza dei cittadini. Dal 2009 a oggi la presenza di meduse (in realtà di macrozooplancton gelatinoso) è stata monitorata lungo gli 8500 km di coste italiane grazie alle segnalazioni inviate dai cittadini, in risposta alla campagna **Occhio alla Medusa**. Sono arrivate migliaia di segnalazioni che hanno permesso di ricostruire la distribuzione spaziale e temporale delle principali specie e anche di individuare i nuovi venuti.

Pelagia noctiluca

Se siete stati punti da una medusa in Mediterraneo, è molto probabile che la responsabile sia lei. La distribuzione di *Pelagia* negli anni coperti da Occhio alla Medusa ci mostra come ci sia un solo posto dove la specie è presente nell'intero arco dell'anno: lo Stretto di Messina. In Adriatico la sua presenza è sporadica. Nello Ionio, Tirreno e Ligure è presente in primavera, con grandi individui che si riproducono sessualmente e poi muoiono, dando però origine a grandissimi sciami di efire (le giovani meduse) che vengono poi distribuite dalle correnti e diventano adulte durante l'estate, quando ci pungono. Per poi scomparire e tornare nella primavera successiva. *Pelagia* non ha uno stadio di polipo che spieghi la sua persistenza anche quando lo stadio di medusa non è presente. Quando le meduse non ci sono, di solito sono polipi. Ma questo non vale per *Pelagia*. Vale allora la spiegazione: sono da qualche altra parte. Tutti gli indizi raccolti con Occhio alla Medusa suggeriscono che la "qualche altra parte" sia il mare profondo. Nello Stretto di Messina ci sono continue risalite di mare profondo, e *Pelagia* è sempre presente. Nell'Adriatico settentrionale e centrale non c'è mare profondo, e il mare profondo dell'Adriatico meridionale è interessato da una corrente in uscita dal

bacino, mentre le acque ioniche entrano in superficie. *Pelagia* entra ma non persiste, in Adriatico, a causa dell'assenza di mare profondo. Alla fine dell'estate, quindi, *Pelagia* scende nel mare profondo, dove potrebbe nutrirsi delle popolazioni di eufausiacei che, vista l'abbondanza di cetacei misticeti, dovrebbero essere abbondanti. *Pelagia* torna in superficie in primavera, con le correnti ascensionali che risalgono i canyon sottomarini e che iniettano nelle acque costiere i nutrienti che innescano le fioriture di fitoplancton su cui si baserà il successivo picco di zooplancton. Risalite in superficie, le *Pelagia* si riproducono e muoiono, generando miriadi di efire che potranno nutrirsi dei piccoli crostacei che fanno seguito alle fioriture di fitoplancton. Dopo un periodo di crescita costiera, le *Pelagia* tornano in profondità in autunno, e il ciclo ricomincia.

Velella velella*, *Porpita porpita* e *Physalia physalis

Velella e *Porpita* sono due specie di idrozoi che formano colonie di polipi galleggianti, blu. Il colore è dovuto a una schermatura alla luce ultravioletta. Portate dal vento, *Velella* e *Porpita* mangiano tutto quello che si trova sotto la superficie del mare. Incluse le uova galleggianti dei pesci. Soprattutto *Velella* forma banchi di enormi dimensioni che, prima o poi, finiscono a riva e colorano di blu lunghi tratti di spiaggia. *Velella* e *Porpita* producono piccole meduse, di pochi millimetri, che sprofondano negli abissi marini, si riproducono e muoiono, dando vita a forme larvali che tornano in superficie e formano le colonie che ben conosciamo. Anche loro, come *Pelagia*, risalgono in superficie in primavera e le loro popolazioni sono di solito presenti fino a maggio-giugno. In alcuni anni possono essere quasi assenti, come avvenne nel 2011. Per poi tornare negli anni successivi. L'impatto di queste specie potrebbe essere grande, soprattutto sulle specie ittiche. Ma gli effetti della predazione sulle uova si sentono dopo mesi dalla presenza di questi mangiatori di uova di pesce, quando le uova non schiudono, non si formano le larve, che non diventano giovanili e poi i pesci che dovremmo pescare. Quando ci chiediamo: come mai quest'anno ci sono meno pesci di questa o quella specie? la risposta potrebbe essere in quel che è avvenuto qualche mese prima. Per fortuna *Velella* e *Porpita* non sono molto urticanti per l'uomo, ma i periodi in cui sono presenti non ci vedono ancora frequentare in massa l'ambiente marino, e quindi questo non ci consola dei danni che probabilmente ci fanno con il loro impatto sui pesci. Visto che sia *Velella* sia *Porpita* hanno bisogno del mare profondo, anche loro non sono frequenti in Adriatico, mentre si possono facilmente incontrare negli altri bacini, soprattutto il Mar Ligure.

Physalia, anch'essa galleggiante, è un sifonoforo: è costituita da una grossa vescica piena di gas che sostiene una colonia di polipi e meduse. Le meduse non si staccano mai. Detta anche Caravella portoghese, *Physalia* ha un veleno potentissimo che può essere mortale anche per gli umani. Gli schemi di presenza, ricostruiti dalle segnalazioni di Occhio alla Medusa, suggeriscono che le caravelle entrino da Gibilterra e seguano la corrente atlantica che entra in Mediterraneo, raggiungendo la Sardegna e il Canale di Sicilia, restando spesso a livello del bacino occidentale.

Rhizostoma pulmo

È la medusa più grande, tra quelle che potremmo incontrare in Mediterraneo. È bianca e ha un tipico bordino blu. In italiano si chiama polmone di mare, può raggiungere anche mezzo metro di diametro. Nuota lentamente e maestosamente. Non è molto urticante, anche se produce un muco che potrebbe irritare pelli sensibili. Sotto il suo ombrello trovano riparo gli stadi giovanili di diverse specie di pesci. Ha uno stadio di polipo e si trova lungo tutte le coste italiane. A volte è in grado di formare popolazioni stabili, che permangono a lungo sempre nello stesso posto. Essendo rappresentanti del plancton, anche queste meduse dovrebbero essere trasportati dalla corrente e, quindi, non avere la possibilità di restare stanziali in un determinato sito. E invece *Rhizostoma* ci riesce. Forse ci costringerà a rivedere il concetto di plancton che, per il momento, racchiude tutti gli organismi che non possono opporsi al moto delle correnti, pur avendo la possibilità di nuotare.

Cotylorhiza tuberculata

Anche lei ha uno stadio di polipo, ed è presente lungo tutte le coste italiane. Di solito si presenta dopo la seconda metà di luglio, contemporaneamente. Come se tutti i polipi fossero soggetti a una sorta di orologio biologico che li fa produrre meduse in un periodo ben determinato. Anche *Cotylorhiza*, come *Rhizostoma*, offre riparo a giovani pesci. Probabilmente è la medusa più bella del Mediterraneo. L'ombrello è arancione al centro e giallo alla periferia. I tentacoli, corti, sono multicolori e assomigliano a un mazzo di fiori di campo. Pare sia anche buona da mangiare.

Aurelia aurita

Recenti studi stanno dimostrando che quella che consideriamo una sola specie sia, in realtà, un insieme di specie distinte. Ha una fase di polipo, ed è la medusa più frequente in Adriatico. È anche presente nei laghi costieri, come quello di Varano o di Mliet, in Croazia. Le gonadi hanno forma di quadrifoglio e si vedono bene attraverso l'ombrello diafano, biancastro. È facile da allevare ed è

ospite frequente degli acquari marini.

Drymonema dalmatinum

È la medusa più grande del Mediterraneo, potendo raggiungere quasi il metro di diametro. Fu descritta nell'Ottocento da Haeckel, per la Dalmazia. Poi fu trovata poche altre volte. L'ultima, registrata, risale agli anni Quaranta. Nel 2014 è stata fotografata più volte in Nord Adriatico e si è visto che mangia altre meduse, soprattutto *Aurelia*. L'aumento delle meduse favorisce i mangiameduse.

Carybdea marsupialis

È un cubozoo. Gli idrozoi, come *Velella*, formano meduse sotto forma di gemme laterali che originano dallo stadio di polipo. Gli scifozoi, invece, se hanno uno stadio di polipo, formano meduse per scissione trasversale del polipo, con un fenomeno che si chiama strobilazione dal quale si originano le efire. Nei cubozoi, invece, il polipo si trasforma completamente in una medusa, con una metamorfosi. Appartengono ai cubozoi anche le meduse assassine dell'Australia, capaci di uccidere una persona in pochi minuti. Non è il caso di *Carybdea*: le sue punture sono dolorose ma l'effetto passa presto. E' molto comune in estate lungo le coste adriatiche, e anche lungo quelle tirreniche.

Meduse aliene

Nelle nostre acque sono arrivate diverse specie che non sono tipiche del Mediterraneo e che ci hanno raggiunto per vie differenti. *Catostylus tagi*, per esempio, assomiglia a *Rhizostoma*, ma non ha il bordino blu. È tipica dell'Atlantico ed è entrata in Mediterraneo attraverso lo stretto di Gibilterra. Assieme a *Catostylus* è entrata, sempre da Gibilterra, una seconda specie di *Rhizostoma*: *Rhizostoma luteum*. La già citata *Pelagia benovici* è stata probabilmente portata dalle acque di zavorra, come gli ctenofori *Mnemiopsis leidyi* e *Beroe ovata*. E poi ci sono le meduse entrate da Suez. Solo *Phyllorhiza punctata* ha raggiunto le nostre acque. Ma le specie che si sono affermate nel bacino di levante sono almeno altre tre: *Rhopilema nomadica*, *Marivagia stellata*, *Cassiopea andromeda*. Se il riscaldamento delle acque continuerà, è probabile che, prima o poi, arrivino anche da noi.

Meduse "minori"

Sono state inserite nella campagna Occhio alla Medusa, ma non sono mai state segnalate in grande quantità. Questo non significa che, in futuro, non possano invece sviluppare grandi popolazioni. Si tratta di *Crysaora hisocella*, *Olindias phosphorica* e *Aequorea forskalea*.

I taliacei

Nella primavera-estate del 2013 l'Adriatico meridionale fu interessato da un enorme *bloom* di salpe, appartenenti ai tunicati taliacei. Le colonie arrivavano anche a sei metri di lunghezza e il mare ne era pieno. Dopo giorni di terrore, i cittadini furono avvertiti che quelli che avevano preso per un misto di serpente marino e di medusa erano in effetti innocui invertebrati filtratori. Innocui per noi, ma con effetti forse perversi sul funzionamento degli ecosistemi marini. Come già detto, infatti, le salpe filtrano la componente microbica e rappresentano un corto circuito nella piramide alimentare. Anche in questo caso si tratta di mere ipotesi. La ricerca su questi animali è ancora troppo limitata per poter dare risposte certe alle tante domande che la loro presenza ci pone.

I mangiameduse

Oltre alla già citata *Drymonema*, altre specie che si nutrono di gelatinosi si trovano avvantaggiate dall'aumento di questa componente del plancton. I pesci luna, per esempio, sono sempre più numerosi e la loro dieta pare essere a base di meduse. Lo stesso dicasi per le tartarughe marine. Diverse specie di pesci, tra cui le boghe e gli sgombri, mangiano meduse, se queste sono presenti in quantità. Dopo l'affermazione delle meduse, pare che ora si vada verso l'affermazione dei mangiameduse, con un altro cambiamento di regime. In teoria, si potrebbe verificare quel che già abbiamo visto con *Mnemiopsis*, le cui popolazioni sono state ridimensionate da *Beroe*, un predatore specializzato proprio in altri ctenofori.

Conclusione

Il plancton gelatinoso è in continuo aumento lungo le nostre coste e, in generale, i suoi effetti sono negativi. Stanno aumentando i mangiameduse e, quindi, la situazione potrebbe ancora cambiare. La scienza dei cittadini sembra essere lo strumento attualmente più efficace per studiare questi animali, anche se è auspicabile che la scienza si rivolga ad essi con maggiore attenzione, sviluppando sistemi di monitoraggio anche remoto che, attualmente, non esistono. L'importanza del plancton gelatinoso nel funzionamento degli ecosistemi e il suo impatto sul nostro benessere rendono sempre più necessario affrontare in modo non episodico lo studio di questi animali.

APPENDICE TABELLE

CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE: MONITORAGGIO 2010-2013

Tabella 5.3.1 (relativa al Grafico 5.3.1): *Classificazione delle acque di balneazione nelle province delle città campione. Monitoraggio 2010-2013*

PROVINCE	<i>totale</i>	<i>eccellente</i>	<i>buono</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarso</i>	<i>non classif.</i>
Torino	12	12				
Novara	26	19	4	3		
Savona	99	66	4		2	27
Genova	120	101	10	4	5	
La Spezia	85	54	2	2		27
Varese	39	9				30
Como	35	1				34
Milano	6	6				
Bergamo	32	19	1			12
Brescia	103	94				9
Bolzano	13	13				
Trento	39	34				5
Verona	65	65				
Treviso	4	4				
Venezia	76	73	3			
Pordenone	2	2				
Udine	16	15			1	
Trieste	30	29	1			
Ferrara	13	13				
Ravenna	25	23				2
Forlì - Cesena	11	11				
Rimini	37	36	1			
Lucca	18	13		1	2	2
Firenze	4	4				
Livorno	190	180	6	3		1
Perugia	15	15				
Terni	6	6				
Pesaro e Urbino	71	70			1	
Ancona	76	70	1			5
Viterbo	85	68	2			15
Roma	147	111	28	3	5	
Latina	142	81	6	1	2	52
L'Aquila	5	5				
Pescara	45	20	13	6	6	
Campobasso	33	31	2			
Caserta	43	22	13	2	5	1
Napoli	149	106	15	14	13	1
Salerno	138	103	12	6	16	1
Foggia	252	156	4	1		91
BAT	46	44	2			
Bari	78	73	3		2	
Taranto	71	70				1
Brindisi	88	88				
Lecce	139	139				
Potenza	19	16	3			

continua

segue **Tabella 5.3.1 (relativa al Grafico 5.3.1):** *Classificazione delle acque di balneazione nelle province delle città campione. Monitoraggio 2010-2013*

Province	<i>totale</i>	<i>eccellente</i>	<i>buono</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarso</i>	<i>non classif.</i>
Matera	41	40	1			
Cosenza	237	166	41	17	3	10
Catanzaro	102	96	2	2	2	
Reggio Calabria	162	126	15	4	17	
Palermo	116	89	14	2		11
Messina	266	176	10	3	3	74
Catania	51	40	1			10
Ragusa	60	56				4
Siracusa	127	88	4	1	1	33
Sassari	92	88	1	2	1	
Cagliari	127	126	1			
Olbia-Tempio	215	215				

BAT: Barletta-Andria-Trani

Fonte: Elaborazione MATTM/ISPRA su dati Ministero della Salute

Tabella 5.3.2: *Numero di acque di balneazione, divise per classi di qualità, nelle dieci città campione con un numero significativo di acque (> 20). Monitoraggio 2010-2013*

<i>CITTÀ</i>	<i>totale</i>	<i>eccellente</i>	<i>buono</i>	<i>sufficiente</i>	<i>scarso</i>	<i>non class.</i>
Genova	39	27	7	2	3	
Livorno	25	24		1		
Pesaro	24	24				
Bari	26	23	3			
Brindisi	25	25				
Reggio Calabria	25	4	9	1	11	
Palermo	22	15	4			3
Messina	36	34			2	
Siracusa	41	32	3			6
Olbia	25	25				

Fonte: Elaborazione MATTM/ISPRA su dati Ministero della Salute

Tabella 5.3.3 (relativa alla Mappa 5.3.1): Presenza di *Ostreopsis cf. ovata* nelle province costiere italiane, stagione 2012

Province	N° punti di campionamento	Periodo di monitoraggio	Presenza/Assenza <i>Ostreopsis cf. ovata</i> (P/A)	Impatti osservati su organismi marini bentonici	Abbondanze ≥ 10000 cell/l
Savona	3	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
La Spezia	2	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Genova	6	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Venezia	3	Lug-Sett	A	-	-
Trieste	3	Mag-Set	P	Sì	Sì
Ferrara	1	Giu-Sett	A	-	-
Ravenna	1	Giu-Sett	A	-	-
Forlì-Cesena	1	Giu-Sett	A	-	-
Rimini	1	Giu-Sett	A	-	-
Livorno	1	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Pesaro e Urbino	2	Giu-Sett	A	-	-
Ancona	2	Giu-Ott	P	n.d.	Sì
Roma	4	Apr-Dic	P	No	Sì
Latina	5	Apr-Sett	P	No	No
Pescara	2	Giu-Sett	A	-	-
Campobasso	2	Giu-Ago	A	-	-
Napoli	57	Lug-Ott	P	n.d.	No
Salerno	13	Lug-Ott	P	n.d.	No
Foggia	5	Giu-Sett	P	n.d.	No
BAT	2	Giu-Sett	P	n.d.	No
Bari	6	Giu-Set	P	n.d.	Sì
Taranto	2	Giu-Set	P	n.d.	No
Brindisi	3	Giu-Set	P	n.d.	Sì
Lecce	3	Giu-Sett	P	n.d.	No
Cosenza	8	Giu-Sett	A	-	-
Catanzaro	2	Lug-Set	P	No	Sì
Reggio Calabria	4	Lug-Set	P	No	No
Palermo	10	Giu-Ott	P	No	Sì
Messina	3	Giu-Sett	P	No	Sì
Catania	2	Giu-Ott	P	No	Sì
Ragusa	6	Giu-Set	P	No	No
Siracusa	6	Giu-Set	P	No	Sì
Sassari	8	Giu-Ago	P	No	Sì

n.d.: informazione non disponibile

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle ARPA costiere

Tabella 5.3.4 (relativa alla Mappa 5.3.2): Presenza di *Ostreopsis cf. ovata* nelle province costiere italiane, stagione 2013

Province	N° punti di campionamento	Periodo di monitoraggio	Presenza/Assenza <i>Ostreopsis cf. ovata</i> (P/A)	Impatti osservati su organismi marini bentonici	Abbondanze ≥ 10000 cell/l
Savona	3	Giu-Sett	P	n.d.	No
La Spezia	1	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Genova	6	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Venezia	3	Lug-Sett	A	-	-
Trieste	4	Mag-Sett	P	Sì	No
Ferrara	1	Giu-Sett	A	-	-
Ravenna	1	Giu-Sett	A	-	-
Forlì-Cesena	1	Giu-Sett	A	-	-
Rimini	1	Giu-Sett	A	-	-
Livorno	1	Giu-Sett	P	n.d.	No
Pesaro e Urbino	2	Giu-Sett	A	-	No
Ancona	5	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Roma	4	Apr-Sett	P	No	Sì
Latina	4	Apr-Sett	P	No	Sì
Pescara	2	Giu-Sett	A	-	-
Campobasso	2	Giu-Sett	A	-	-
Napoli	54	Lug-Ago	P	n.d.	No
Salerno	11	Lug	A	-	-
Foggia	5	Giu-Sett	P	n.d.	No
BAT	1	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Bari	6	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Taranto	2	Giu-Sett	P	n.d.	No
Brindisi	4	Giu-Sett	P	n.d.	Sì
Lecce	3	Giu-Sett	P	n.d.	No
Cosenza	8	Giu-Sett	A	-	-
Catanzaro	2	Lug-Ago	P	n.d.	No
Reggio Calabria	4	Giu-Sett	P	n.d.	No
Palermo	10	Giu-Sett	P	No	Sì
Messina	3	Giu-Ago	P	No	Sì
Catania	2	Giu-Sett	P	No	Sì
Ragusa	6	Giu-Sett	P	No	No
Siracusa	7	Giu-Sett	P	Sì	Sì
Sassari	6	Giu-Sett	P	No	Sì

BAT: Barletta-Andria-Trani

n.d.: informazione non disponibile

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle ARPA costiere

APPENDICE BIBLIOGRAFIA

SISTEMI DI DEPURAZIONE E COLLETTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE URBANE

Rapporto APAT *Qualità dell'ambiente urbano – Edizione 2013*, pagg. 190-203.

Termini e definizioni della Direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane (91/271/CEE), 2011

Direttiva del Consiglio 91/271/CEE del 21 Maggio 1991, *concernente il trattamento delle acque reflue urbane*.

Decreto legislativo 152 del 3 aprile 2006 *Norme in materia ambientale*, testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 recante: *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 258.

Applicazione della Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, *concernente il trattamento delle acque reflue urbane*, modificata dalla Direttiva 98/15/CE della Commissione, del 27 febbraio 1998.

LA CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE SECONDO LE DIRETTIVE 2000/60/CE E 2006/7/CE

Direttiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 relativa alla *gestione della qualità delle acque di balneazione* e che abroga la direttiva 76/160/CEE

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. G.U.C.E. 22/12/2000 L 327.

ISPRA, 2009. *Prima applicazione della direttiva 2000/60/CE alle acque superficiali. Acque marino-costiere e di transizione. Annuario dei dati ambientali 2009 – Tematiche in primo piano*

Unione Europea 2011 - *Acqua per la vita: il contributo della direttiva quadro sulle acque alla salvaguardia delle risorse europee*

MEDUSE E ATTIVITÀ ANTROPICHE

Aglieri G., Papetti C., Zane L., Milisenda G., Boero F., Piraino S., 2014. *First Evidence of Inbreeding, Relatedness and Chaotic Genetic Patchiness in the Holoplanktonic Jellyfish Pelagia noctiluca (Scyphozoa, Cnidaria)*. Plos One. 9(6): e99647. doi: 10.1371/journal.pone.0099647.

Boero F., 2013. *Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea*. GFCM Studies and Reviews 92: 53 pp.

Boero F., Bouillon J., Gravili C., Miglietta M.P., Parsons T., Piraino S., 2008. *Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes)*. *Marine Ecology Progress Series* 356: 299-310.

Milisenda G., Rosa S., Fuentes V., Boero F., Guglielmo L., Purcell J., Piraino S., 2014. *Jellyfish as prey: frequency of predation and selective foraging of Boops boops (Vertebrata, Actinopterygii) on the mauve stinger Pelagia noctiluca (Cnidaria, Scyphozoa)*. PLoS ONE 9 (4): e94600

Piraino S., Aglieri G., Martell L., Mazzoldi C., Melli V., Milisenda G., Scorrano S., Boero F., 2014. *Pelagia benovici sp. nov. (Cnidaria, Scyphozoa): a new jellyfish in the Mediterranean Sea*. Zootaxa 3794 (3): 455-468.