



Qualità dell'ambiente urbano

IX Rapporto

Edizione 2013

Focus su ACQUE E AMBIENTE URBANO





con il patrocinio del
Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare



Qualità dell'ambiente urbano

IX Rapporto

Edizione 2013

Focus su ACQUE E AMBIENTE URBANO

Il Consiglio Federale, istituito presso l'ISPRA con il compito di promuovere lo sviluppo coordinato del Sistema Agenziale (ISPRA/ARPA/APPA) nonché per garantire omogeneità nello svolgimento dei compiti istituzionali delle agenzie e di ISPRA stesso, ha deciso con la Delibera del 29 maggio 2012, di contraddistinguere i prodotti editoriali e le iniziative frutto delle attività congiunte a carattere nazionale dell'ISPRA e delle Agenzie ambientali, con la denominazione Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e un nuovo logo rappresentativo.

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo Rapporto.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Stato dell'Ambiente 46/13

ISBN 978-88-448-0622-4

Coordinamento tecnico-scientifico

ISPRA, Andrea Bianco e Saverio Venturelli
Via Vitaliano Brancati, 60
Telefono: 06/50074017, 06/50074232
Fax: 06/50074228
andrea.bianco@isprambiente.it; saverio.venturelli@isprambiente.it
<http://www.areeurbane.isprambiente.it>

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Editing e segreteria tecnica

ISPRA – Andrea Bianco, Saverio Venturelli

Elaborazione grafica

ISPRA
Grafica di copertina: Franco Iozzoli
Foto di copertina: Paolo Orlandi

Coordinamento tipografico

ISPRA – Daria Mazzella

Amministrazione

ISPRA - Olimpia Girolamo

Distribuzione

ISPRA - Michelina Porcarelli

Impaginazione e Stampa

Tiburtini S.r.l.
Via delle Case Rosse, 23
00131 Roma

Stampato su carta FSC®



Finito di stampare nel mese di Ottobre 2013

PRESENTAZIONE

Il Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano, che quest'anno è alla sua IX edizione, è diventato negli anni, attraverso un percorso di crescita ragionato e condiviso, un importante strumento di consultazione per i decisori impegnati sul territorio, frutto di una costante, faticosa, ma fertile attività di confronto, portata avanti sia all'interno del Sistema Nazionale per la protezione Ambientale (ISPRA/ARPA/APPA), che all'esterno con soggetti quali l'ANCI, l'ISTAT, le Regioni e gli Istituti Regionali, il Corpo Forestale dello Stato, l'ACI, le Province e i Comuni.

Tuttavia non è solo ai decisori che il Rapporto si rivolge.

Esso si propone anche come strumento in grado di soddisfare, oltre alla necessità, il diritto di accesso all'informazione ambientale, che possa esprimere il livello di maturità e di consapevolezza di una società moderna e responsabile, volto alla tutela dell'ambiente e del territorio attraverso processi trasparenti e condivisi e con decisioni basate su evidenze scientifiche e tecniche, supportate da dati ambientali aggiornati e affidabili e che dovrebbe essere posto tra gli obiettivi prioritari ed irrinunciabili dell'agenda di governo. La disponibilità dei dati ambientali, le loro qualificate e approfondite analisi e valutazioni, sostenute da una altrettanto solida capacità di divulgazione, se fatte con continuità ed efficacia, favoriscono una maggiore capacità di dialogo di tutte le parti in causa, dando un contributo costruttivo alla corretta gestione dei conflitti ambientali, determinando, tra l'altro, un minor ricorso alla giustizia amministrativa per la loro risoluzione.

Due importanti provvedimenti hanno recentemente arricchito in tal senso il panorama normativo: la Legge del 7 agosto 2012 n. 135 (*spending review*) che, all'art.23 comma 12-quaterdecies, individua l'ISPRA quale Istituto di ricerca ove dovranno confluire tutti i dati e le informazioni acquisiti dal suolo, da aerei e da piattaforme satellitari, nell'ambito di attività finanziate con risorse pubbliche, utili alle analisi ambientali. L'obiettivo è quello di creare e gestire una piattaforma di interscambio e interoperabilità fra tutte le informazioni, a vantaggio dei soggetti che a vario titolo ne necessitano e ne devono poter fruire in modo trasparente e condiviso.

L'altro atto normativo ancor più recente è il D.lgs. 14 marzo 2013 n.33, per il quale le pubbliche amministrazioni sono tenute a pubblicare sul proprio sito istituzionale le informazioni ambientali di cui sono in possesso, dandone adeguata evidenza con la dicitura "informazione ambientale". Con questa norma si rende più trasparente la pubblicazione dei dati ambientali e si introduce l'istituto dell'Accesso Civico, ovvero il diritto di chiunque di richiedere informazioni nei casi in cui ne sia stata omessa la pubblicazione "senza alcuna limitazione quanto alla legittimazione soggettiva del richiedente", che non deve essere motivata ed "è gratuita".

Il Rapporto nasce nel 2004, con l'intento di stimolare una dialettica a livello scientifico, tecnico e operativo basata sulla trasparenza e lo scambio di informazioni tra le amministrazioni territoriali e centrali impegnate a vario titolo nella tutela del territorio e dell'ambiente urbano. Una tappa importante è stata la pubblicazione del V Rapporto quale primo prodotto del Sistema Agenziale (ISPRA/ARPA/APPA), a cui ha fatto seguito un ulteriore significativo passo in avanti allorché, a partire dall'VIII edizione, il Rapporto è divenuto il primo prodotto di *reporting* a riportare il logo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ISPRA/ARPA/APPA), dando così formale evidenza al consolidamento del concorso federato e della comune capacità operativa dei diversi soggetti partecipanti al Sistema coordinato attraverso il suo Consiglio Federale.

PREMESSA

In questo inizio di millennio che vede un continuo, costante e complesso processo di urbanizzazione per il quale già oggi oltre i tre quarti della popolazione europea è concentrata nelle aree urbane, il tema del come conciliare lo sviluppo delle nostre città con il rispetto e la tutela dell'ambiente diventa fondamentale.

Nel persistere della situazione di crisi che grava sul nostro Paese e su buona parte del mondo occidentale, si inizia ad intravedere un'inversione di tendenza, che le Città dovranno saper cogliere per mettere in atto politiche di sviluppo orientate verso una maggior sostenibilità, quale premessa indispensabile per la crescita. Cittadini e imprese ritengono ormai centrale il miglioramento qualitativo dei processi di sviluppo urbano, nell'ottica di un utilizzo consapevole delle risorse esauribili: qualità dell'ambiente, energia e territorio.

In questo contesto, i dati che ISPRA con metodo e dovizia rende disponibili annualmente, affiancano gli amministratori delle Città nelle scelte di governo locale e nella valutazione di quanto già fatto. Inoltre, attraverso il confronto su scala decennale proposto in questa nuova edizione, essi ci permettono altresì di percepire un miglioramento degli indicatori ambientali, quali la diminuzione della concentrazione di sostanze inquinanti nell'aria, dovuta anche alla diffusione dei mezzi verdi, l'aumento della raccolta differenziata dei rifiuti e del ricorso alle energie rinnovabili.

L'attenzione delle Città italiane nei confronti della qualità dell'ambiente nel contrastare i cambiamenti climatici, è testimoniata anche da un'iniziativa come quella del "Patto dei Sindaci", che vede oltre 2100 Comuni italiani impegnati nella redazione e attuazione di piani per la riduzione delle emissioni climalteranti. Si tratta di progetti volti alla riqualificazione degli edifici su risparmio energetico, alla produzione di energia da fonti rinnovabili, alla gestione integrata dei rifiuti, misure per il miglioramento della qualità dell'aria e politiche di mobilità urbana sostenibile; tutto ciò può rappresentare a livello locale un motore determinante per lo sviluppo e per il rilancio di investimenti ed occupazione. Occorre ora continuare ad operare sui diversi livelli di governo affinché ogni impedimento sia rimosso, verso un serio rilancio in chiave green delle nostre Città, liberando risorse da destinarvi e rimuovendo i vincoli che ostacolano le spese.

PIERO FASSINO
PRESIDENTE ANCI

CONTRIBUTI E RINGRAZIAMENTI

Il Focus su Acque e Ambiente urbano è stato realizzato dal Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine di ISPRA (responsabile ing. Mauro Bencivenga).

Alla realizzazione del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano e del Focus hanno contribuito:

Dipartimenti e Servizi Interdipartimentali ISPRA:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale
Dipartimento Attività Bibliotecarie, Documentali e per l'Informazione
Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine
Dipartimento Difesa del Suolo
Dipartimento Difesa della Natura
Dipartimento Servizi Generali e Gestione del Personale
Servizio Interdipartimentale per le Certificazioni Ambientali
CRA 16 ex Istituto Nazionale Fauna Selvatica

Gruppo di lavoro ISPRA sulle aree urbane

Coordinatore: BRINI Silvia, Servizio Valutazioni Ambientali
per il Servizio Valutazioni ambientali: ASSENNATO Francesca, BRIDDA Roberto, CASELLI Roberto, CHIESURA Anna, LEPORE Arianna, MIRABILE Marzia, SERAFINI Carla, ZEGA Luisiana
per il Servizio Reporting Ambientale e Strumenti di Sostenibilità: FRANCHINI Patrizia, LEONI Ilaria, LUCCI Patrizia, MORICCI Federica, VITI Stefanina
per il Servizio Monitoraggio e Prevenzione degli Impatti sull'Atmosfera: CATTANI Giorgio, TAURINO Ernesto
per il Servizio SINAnet: MUNAFÒ Michele
per il Dipartimento Servizi Generali e Gestione del Personale: MARTELLATO Giovanna, SANTONICO Daniela

Comitato di redazione

Per la redazione del IX Rapporto è stato costituito un Comitato di Redazione che si è occupato di armonizzare i singoli contributi uniformando il format di tutto il Rapporto. Il comitato di redazione è costituito da:

ARPA Campania (coordinamento): FUNARO Pietro, MOSCA Luigi, CUOMO Savino
ARPA Puglia: CHIRILLI Anna Paola
ARPA Emilia Romagna: MACCONE Claudio
ISPRA: MIRABILE Marzia

Rete dei Referenti "Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano" e Comitato di coordinamento del Protocollo d'intesa ISPRA/ARPA/APPa sulle aree urbane

Nell'ambito delle attività del Comitato Tecnico Permanente di cui si è dotato il Consiglio Federale delle Agenzie ambientali è stata costituita una Rete di Referenti composta da:

BRINI Silvia – ISPRA
CAPPIO BORLINO Marco – ARPA Valle D'Aosta
CHINI Marco – ARPA Toscana
DARIS Fulvio – ARPA Friuli Venezia Giulia

DI GIOSA Alessandro – ARPA Lazio
IACUZZI Mauro – ARPA Sardegna
DI MURO Ersilia – ARPA Basilicata
FILIPPI Elga – ARPA Liguria
MELZANI Raffaella – ARPA Lombardia
MENEHINI Francesca – ARPA Veneto
NAPPI Pina – ARPA Piemonte
OREFICINI ROSI Roberto – ARPA Marche
PETILLO Paola Sonia – ARPA Campania
POLUZZI Vanes – ARPA Emilia Romagna
PREDENZ Debora – APPA Bolzano
RICCI Cecilia – ARPA Umbria
RUVOLO Vincenzo - ARPA Sicilia
ROMAGNOLI Giovanni – ARPA Molise
ROMANO Fabio – ARPA Calabria
TAVA Maurizio – APPA Trento
TREVISI Gabriella – ARPA Puglia
ZAMPONI Carlo – ARTA Abruzzo

I membri della Rete dei Referenti sono delegati a rappresentare le proprie organizzazioni nel Comitato di Coordinamento del Protocollo d'intesa sulle aree urbane.

Hanno preso parte ai lavori: la Rete dei Referenti, il Comitato di coordinamento e i seguenti soggetti: CIRILLO Mario C. (ISPRA), MACCONE Claudio (ARPA Emilia Romagna), POLLERO Tiziana (ARPA Liguria), SARTORETTI Velia (ARPA Umbria), SEGATTO Gianluca (Comune di Bolzano), SGORBATI Giuseppe (ARPA Lombardia).

Autori

I contenuti del Focus sono stati forniti dai seguenti esperti ISPRA:

ALESSI Raffaella
AVERSA Mario
BERNABEI Serena
BIANCO Andrea
BORRELLO Patrizia
CESAREI Gianluca
D'ASCOLA Filippo
DE ANGELIS Roberta
DE GIACOMETTI Francesca
FATICANTI Marco
FERLA Maurizio
FORTE Tiziana
FRANCHINI Patrizia
GIUSTA Elena
GRAZIANI Elisabetta
LUCCI Patrizia
MINISTRINI Stefania
MONACELLI Giuseppina
NARDONE Gabriele
PICONE Marco
RUZZON Daniela
SALVATI Silvana
SPADA Emanuela
VENTURELLI Saverio
VITI Stefanina

e dai seguenti altri autori:

ABITA Anna, AIELLO Paola, BUSCAGLIA Vincenza Maria, GRANATA Antonino – ARPA Sicilia
ANGELILLO Maurizia – Tirocinante ISPRA
ARONICA Giuseppe Tito – Università di Messina
AZZELLINO Arianna - Dica, Politecnico di Milano
BARDASI Gabriele, DAL BIANCO Emanuele, MARCACCIO Marco, VALENTINI Andrea – ARPA Emilia Romagna
BASTIANI Massimo – Coordinatore Scientifico del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume
BECCIU Gianfranco, SANFILIPPO Umberto – Politecnico di Milano
BELLINGERI Dario, DOTTI Nicoletta, MARCHESI Valeria, PARINI Marco, PIANA Alessandra, ZINI Enrico – ARPA Lombardia
BERTOLOTTO Rossella, GALLINO Stefano, MORETTO Paolo – ARPA Liguria
BETTIN Alessandro – SGI Studio Galli Ingegneria SpA
CANOBBIO Sergio – Disat, Università di Milano Bicocca
CARBONARA Antonio – Acquedotto Pugliese SpA
CARICATO Gaetano, MONTEMURRO Mauro – ARPA Basilicata
CECILIA Mirella – ARPA Lazio
CONTE Giulio – Ambiente Italia Srl
DALLA VECCHIA Paolo, GATTOLIN Massimo, BASSAN Valentina – Provincia di Venezia
DE MAIO Lucio, LIONETTI Emma – ARPA Campania
DE MATTIA Maria Cristina – ARPA Puglia
DODARO Giuseppe – Ambiente Italia
FARINA Roberto - ENEA
GIOVANNELLI Luciano – ARPA Toscana
GUSMAROLI Giancarlo – Ecoingegno
MAGLIONICO Marco, CIPOLLA Sara Simona – Università di Bologna
MASI Fabio – IRIDRA Srl
MASSARUTTO Antonio – Fondazione Eni Enrico Mattei, Università di Udine
MYSIAK Jaroslav, CARRERA Lorenzo – Fondazione Eni Enrico Mattei, Centro Euro-Mediterraneo sui cambiamenti climatici
NANNI Gabriele, ZAMPETTI Giorgio – Legambiente
PALLA Anna, LANZA Luca Giovanni – Università degli Studi di Genova
PAOLETTI Alessandro – ETATEC Srl
PINESCHI Giorgio, SCOPELLITI Massimo – Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
ROGERS Dewi – DEWI Srl
SANTINI Emiliano – Studio AFP Geo
SCARFONE Antonio, Borsista ISPRA
SEGRETERIA TECNICA DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO
SERRANI Claudio – SPS Srl
TERSIGNI Stefano, RAMBERTI Simona – ISTAT

INDICE

| | |
|---|------------|
| PREFAZIONE | 15 |
| a cura di M. Bencivenga – Direttore Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine ISPRA | |
| INTRODUZIONE | 17 |
| a cura di A. Bianco e S. Venturelli - ISPRA | |
| SEZIONE 1. POLITICHE E GOVERNANCE | 21 |
| Pianificare la gestione delle acque e la tutela del territorio delle aree urbane: criticità e conflittualità | 23 |
| G. Pineschi – Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare | |
| L’ambiente urbano nella politica e nella ricerca europea sull’acqua | 31 |
| G. Monacelli e E. Giusta - ISPRA | |
| Città d’acqua: Matera, Bologna e Modena | 41 |
| P. Lucci, D. Ruzzon - ISPRA | |
| Aspetti culturali e antica civiltà dell’acqua nel Mar Mediterraneo | 53 |
| M. Aversa – ISPRA, A. Scarfone – Borsista ISPRA | |
| I Contratti di Fiume come strumento di governance delle acque in ambito urbano | 59 |
| M. Bastiani – Coordinatore Scientifico del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume | |
| Sostenibilità dello sviluppo infrastrutturale e rischio idraulico. I Piani Comunali delle Acque nella Provincia di Venezia | 65 |
| M. Ferla – ISPRA, P. Dalla Vecchia, M. Gattolin, V. Bassan - Provincia di Venezia | |
| Un possibile approccio alla stima del danno e del rischio da alluvioni in ambiente urbano | 77 |
| Segreteria Tecnica Autorità di Bacino del fiume Arno | |
| Acque in città, le regole dei comuni | 87 |
| G. Nanni, G. Zampetti – Legambiente | |
| Consumi idrici nei servizi turistici certificati con il marchio Ecolabel dell’Unione europea | 93 |
| S. Ministrini, R. Alessi, G. Cesarei, E. Graziani – ISPRA, M. Angelillo – Tirocinante ISPRA | |
| SEZIONE 2. IL CICLO DELL’ACQUA | 103 |
| L’approvvigionamento idropotabile: quadro di sintesi del soddisfacimento della domanda e criticità | 105 |
| S. Tersigni , S. Ramberti – ISTAT | |

| | |
|---|------------|
| Servizio idrico e l'approvvigionamento di acqua nel contesto dei cambiamenti climatici | 113 |
| J. Mysiak, L. Carrera – Fondazione Eni Enrico Mattei, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, A. Massarutto – Fondazione Eni Enrico Mattei, Università di Udine | |
| Il ciclo dell'acqua a Roma: dalla captazione alla depurazione | 121 |
| M. Cecilia – ARPA Lazio, E. Santini – Studio AFP Geo | |
| Presenza naturale di arsenico nelle acque sotterranee e potabili italiane | 129 |
| M. Marcaccio – ARPA Emilia-Romagna, S. Bernabei - ISPRA | |
| Fioriture di cianobatteri nelle acque dolci destinate al consumo umano | 137 |
| S. Bernabei , F. De Giacometti, T. Forte – ISPRA | |
| La qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile distribuita a Palermo | 141 |
| A. Abita, P. Aiello, V.M. Buscaglia, A. Granata - ARPA Sicilia | |
| Disciplina degli scarichi e obiettivi di qualità ambientale: stato dell'arte | 151 |
| L. Giovannelli – ARPA Toscana, S. Salvati – ISPRA | |
| BOX Gli inquinanti emergenti nelle acque | 161 |
| S. Bernabei , F. De Giacometti, T. Forte – ISPRA | |
| Analisi degli effetti dell'urbanizzazione sui corsi d'acqua: il caso del bacino Lambro- Seveso-Olona | 163 |
| A. Azzellino - Dica, Politecnico Di Milano, D. Bellingeri - ARPA Lombardia, S. Canobbio – Disat, Università di Milano Bicocca , N. Dotti, V. Marchesi - ARPA Lombardia, M. Parini - DG AESs Regione Lombardia, A. Piana, E. Zini - ARPA Lombardia | |
| SEZIONE 3. SOLUZIONI E PROGETTI INNOVATIVI PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE | 169 |
| Gestione delle acque e degli scarichi urbani: la necessità di innovare approcci e tecniche | 171 |
| G. Conte – Ambiente Italia srl, F. Masi – IRIDRA | |
| Nuove strategie per l'uso efficiente dell'acqua negli edifici residenziali, risparmiare acqua in casa per risparmiarla in città | 179 |
| R. Farina – ENEA | |
| Drenaggio delle acque meteoriche e rischio di allagamento in area urbana | 189 |
| G.T. Aronica - Università di Messina, A. Palla e L.G. Lanza - Università degli Studi di Genova | |
| Controllo degli scarichi di piena delle reti di drenaggio urbano mediante vasche di pioggia | 197 |
| U. Sanfilippo - Politecnico di Milano, A. Paoletti – ETATEC srl e G. Becciu - Politecnico di Milano | |
| Gestione delle acque di prima pioggia in Emilia-Romagna | 205 |
| G. Bardasi, E. Dal Bianco – ARPA Emilia-Romagna, M. Maglionico – Università di Bologna | |

| | |
|--|------------|
| Sistemi di tipo diffuso per il contenimento del deflusso delle acque meteoriche | 213 |
| G. Becciu - Politecnico di Milano, A. Paoletti - ETATEC srl e U. Sanfilippo - Politecnico di Milano | |
| PALM - Come definire il livello di perdita ottimale in una rete idrica | 219 |
| A. Bettin - Sgi Studio Galli Ingegneria Spa, D. Rogers - Dewi Srl , C. Serrani - Sps Srl | |
| Efficientamento del sistema di controllo delle perdite d'acqua nelle reti idriche dell'Acquedotto Pugliese | 225 |
| A. Carbonara - Acquedotto Pugliese S.p.A., M.C. De Mattia - ARPA Puglia | |
| Recupero di energia termica dalle acque reflue | 233 |
| S.S. Cipolla, M. Maglionico - Università di Bologna, Scuola di Ingegneria e Architettura, Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali | |
| Il riuso delle acque reflue depurate come contributo alla sostenibilità delle aree urbane | 239 |
| A. Bianco, S. Salvati - ISPRA | |
| Riutilizzo delle acque reflue urbane depurate: stato attuale e scenari futuri nelle province pugliesi | 249 |
| M. C. De Mattia - ARPA Puglia | |
| Il progetto GELSO - GEstione Locale per la Sostenibilità - il portale delle buone pratiche per la sostenibilità locale sulle risorse idriche | 259 |
| P. Franchini, S. Viti, S. Venturelli - ISPRA | |
| Sezione 4 - FRUIZIONE DEGLI <<AMBIENTI IDRICI>> IN AMBITO URBANO | 271 |
| La Riqualficazione Fluviale negli ambiti urbani: un obiettivo possibile | 273 |
| G. Dodaro - Ambiente Italia, G. Gusmaroli - Ecoingegno | |
| I parchi fluviali urbani | 281 |
| S. Bernabei, F. De Giacometti, T. Forte - ISPRA , G. Caricato, M. Montemurro - ARPA Basilicata | |
| Urbanizzazione in aree costiere | 285 |
| F. D'Ascola, ISPRA | |
| La riqualficazione del waterfront urbano in Italia: analisi e progetti | 293 |
| M. Faticanti, S. Venturelli - ISPRA | |
| Il clima meteo-marino e la fruizione dell'arenile per scopi ludico-ricreativi e turistici | 307 |
| G. Nardone, M. Picone - ISPRA, A. Valentini - ARPAER, S. Gallino - ARPAL | |
| Acque di balneazione: il profilo come strumento di prevenzione, gestione e informazione | 317 |
| R. De Angelis, P. Borrello, E. Spada - ISPRA , M. Scopelliti Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare | |
| Box Le fioriture di ostreopsis cf ovata sulla fascia costiera della città di Palermo | 323 |
| A. Abita, P. Aiello, V.M. Buscaglia, A. Granata - ARPA Sicilia | |
| Box Il bollettino previsionale Arpal del rischio di fioriture ostreopsis | 327 |
| R. Bertolotto e P. Moretto - ARPA Liguria | |
| Box Un applicativo di <<google maps>> per la gestione dei dati di balneazione | 329 |
| L. De Maio, E. Lionetti - ARPA Campania | |

PREFAZIONE

A cura di Mauro Bencivenga, Direttore del Dipartimento per la Tutela delle Acque Interne e Marine - ISPRA

Il Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine, che si occupa per proprio compito istituzionale, delle tematiche tecnico-scientifiche inerenti la tutela, il risanamento, la fruizione e la gestione delle acque interne e marine, ha curato la redazione della presente edizione del Focus.

L'argomento del Focus, centrato sull'importante tematica delle acque in ambito urbano, racchiude in maniera paradigmatica l'insieme delle complesse interazioni tra l'acqua e le attività umane che stanno alla base del lavoro di tutto il Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine.

Il livello di complessità di tali interazioni richiede che gli argomenti in questione vengano trattati in termini sistemici, soprattutto attraverso il superamento degli approcci riduzionisti, che affrontano le singole questioni separatamente le une dalle altre (dai servizi idrici fino alla difesa idraulica del territorio) e non tengono nella debita considerazione le complesse interazioni reciproche che legano i servizi idrici, la difesa del suolo e gli ecosistemi.

Coerentemente con tale approccio i diversi contributi del Focus sono stati strutturati cercando di dare spazio a tutte quelle esperienze, sia tecniche che gestionali, orientate al superamento della settorializzazione tra servizi idrici, difesa idraulica e tutela delle acque.

Nel curare la redazione del Focus il Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine ha inteso fornire uno sguardo sull'argomento che fosse il più possibile multidimensionale, sia sotto il profilo delle tematiche trattate che dei punti di vista. I 39 contributi che compongono la pubblicazione hanno visto, infatti, il coinvolgimento diretto oltre che dei Dipartimenti dell'Istituto e del Sistema Agenziale, anche del mondo della ricerca, pubblica e privata italiana, degli enti di governo del territorio, delle associazioni ambientaliste e più in generale del mondo degli addetti ai lavori.

Il Focus *Acque e ambiente urbano* è strutturato in quattro sezioni generali mutuamente dialoganti tra loro – *Politiche e governance, Il ciclo dell'acqua, Soluzioni e progetti innovativi per la gestione sostenibile delle acque, Fruizione degli <<ambienti idrici>> in ambito urbano.*

Il lavoro complessivo è stato anche un'importante occasione per mettere a sistema e in una forma rigorosa, ma accessibile anche ai non addetti ai lavori, lo stato dell'arte relativo agli strumenti di tutela e gestione delle acque negli ambienti urbani.

La qualità dei contributi, l'impostazione complessiva del Focus, ma soprattutto l'approccio sistemico allo studio dell'interazione tra i sistemi idrici e gli ambienti urbani, permettono di affermare con soddisfazione che tale lavoro potrà essere preso a modello anche per le future attività del Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine, soprattutto in un settore in cui, anche alla luce dei fenomeni idrologici estremi connessi ai cambiamenti climatici, la via maestra per giungere efficacemente a dei risultati nello studio delle interazioni tra l'uomo e l'ambiente è quella della complessità.

INTRODUZIONE

A cura di Andrea Bianco e Saverio Venturelli – ISPRA

Dal momento in cui gli esseri umani hanno trovato conveniente aggregarsi in comunità stabili più o meno complesse, dando il via alla nascita di insediamenti sempre più ampi e diversificati, l'acqua è stato uno, se non il principale, fattore intorno al quale sono nate e si sono poi sviluppate le città. Si può dire che la relazione tra l'acqua e gli ambienti urbani è vecchia quanto la storia dell'umanità e lo sviluppo delle città (e delle civiltà) è avanzato di pari passo con la capacità tecnica dell'uomo di rispondere con successo alle molte questioni legate all'acqua, siano state esse di approvvigionamento, sanitarie, o di difesa.

La crescente complessificazione degli aggregati urbani, l'espansione areale delle città (*sprawl* urbano), la progressiva cementificazione di porzioni di suolo sempre più grandi, l'aumento dei prelievi idrici, la crescita della popolazione mondiale e non ultimi i fenomeni idrologici estremi legati ai cambiamenti climatici, hanno esteso l'entità e la qualità delle relazioni tra i sistemi urbani e gli ambienti idrici che li sostengono. Tutto ciò può generare il rischio di compromettere la *resilienza* degli ecosistemi legati all'acqua, intesa come la capacità dei sistemi idrici naturali di neutralizzare e metabolizzare le pressioni umane e naturali continuando ad erogare quei servizi ambientali essenziali anche per la sopravvivenza delle stesse città.

La tendenza all'insostenibilità, di cui i sistemi urbani sono un grande moltiplicatore, richiedono la messa in campo di soluzioni (tecniche e gestionali) complesse, che portino al superamento della settorializzazione, spesso esistente, tra servizi idrici, difesa idraulica del territorio, e tutela degli ambienti idrici, a favore di paradigmi politico-gestionali che tengano conto delle forti interconnessioni esistenti. Ciò è particolarmente valido nel caso delle città e dei centri urbani, storicamente luoghi delle relazioni ma anche delle trasformazioni del territorio in funzione delle esigenze umane. Occorre perciò recuperare l'intelligenza delle relazioni e mettere in campo soluzioni, politiche, tecniche e gestionali, che permettano di connettere positivamente i servizi idrici, la difesa idraulica e la tutela dell'ambiente, garantendo, attraverso la salvaguardia dei sistemi idrici naturali, la fornitura di quei servizi ecosistemici complessi essenziali per il benessere sociale ed economico.

Le risposte positive in tal senso non mancano sia in termini di *policy* comunitarie e *governance* del territorio, che di soluzioni tecniche e gestionali innovative. La presente edizione del Focus, intitolata appunto «Acque e ambiente urbano», intende fornire un'ampia panoramica di tali esperienze cercando di dare conto di quanto viene fatto e proposto sia a livello *policy* e *governance* (comunitarie, nazionali e locali), sia di gestione dei servizi idrici, che nel campo della ricerca tecnica applicata.

Per facilitare la lettura e al tempo stesso dare una impostazione organica ai contenuti, il Focus "Acque e ambiente urbano" è stato suddiviso in quattro sezioni generali – *Politiche e governance, Il ciclo dell'acqua, Soluzioni e progetti innovativi per la gestione sostenibile delle acque, Fruizione degli <<ambienti idrici>>* in ambito urbano – al cui interno sono affrontate le differenti questioni legate alla vasta tematica delle acque in ambito urbano.

Nella prima parte del Focus, *Politiche e governance* sono trattate le questioni concernenti le politiche e la *governance* dell'acqua a livello comunitario, nazionale e locale. In particolare i primi due contributi della sezione rappresentano rispettivamente: l'evoluzione delle norme che regolano i servizi idrici in Italia, con particolare riferimento agli ambiti urbani, e l'ambiente urbano nelle *policy* e nei programmi di ricerca comunitari sull'acqua. Seguono due contributi che mettono in evidenza come, storicamente, la nascita delle città e delle civiltà sia avvenuta in simbiosi con la risorsa vitale per eccellenza, che ne ha plasmato l'architettura e influenzato le abitudini culturali, sociali ed economiche. Tali ragioni storiche, in età moderna e contemporanea, sono state spesso tradite, in ragione di una funzionalizzazione del territorio estranea alle logiche adattive che ne ave-

vano segnato la nascita e l'evoluzione e che, in casi estremi, ha portato anche alla perdita di vite umane. Il contributo che segue porta la riflessione sui *contratti di fiume* in ambito urbano e più in generale sul tema della partecipazione degli attori territoriali alla costruzione allargata e inclusiva delle politiche di gestione e tutela dei fiumi, i quali, specie in corrispondenza delle città, diventano il crocevia di interessi stratificati e spesso conflittuali. I due contributi successivi illustrano due esempi molto interessanti di come sia stata affrontata la gestione del rischio idraulico in ambiti urbani estremamente delicati e importanti quali il territorio della provincia di Venezia e la città di Firenze. A chiudere la sezione due interessanti contributi che portano la riflessione – anticipando alcuni dei contenuti approfonditi nella terza sezione – sul terreno della gestione ottimale delle acque alla scala dei singoli edifici e di come possa essere conseguita grazie a strumenti d'indirizzo quali i regolamenti edilizi comunali ovvero incentivata attraverso il ricorso alle certificazioni ambientali.

La seconda sezione del Focus, centrata su *Ciclo dell'acqua*, inizia con un contributo che traccia un quadro di sintesi dell'approvvigionamento idropotabile a livello nazionale, mettendo in evidenza le diversità e le aree territoriali a maggiore vulnerabilità idrica. Segue un contributo avente per oggetto l'analisi (riferita a 26 comuni capoluogo di provincia della pianura padana) dei consumi idrici attuali e la stima di quelli futuri, nel contesto dei cambiamenti climatici, con le possibili azioni per un impiego dell'acqua orientato alla sostenibilità. Il terzo contributo analizza criticamente la pianificazione del servizio idrico integrato della città di Roma, anche alla luce di previsioni e analisi a supporto della pianificazione non sempre in linea con la reale evoluzione demografica ed economica della capitale. Seguono due articoli su argomenti estremamente sensibili per la salute pubblica, aventi per oggetto rispettivamente: la presenza di arsenico nelle acque sotterranee e potabili nelle regioni italiane e le fioriture di cianobatteri nelle acque dolci destinate al consumo umano. Il successivo contributo è un'analisi, eseguita da ARPA Sicilia, della qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile nella città di Palermo alla luce della normativa di riferimento. Il settimo contributo traccia un quadro generale relativo alla disciplina degli scarichi e agli obiettivi di qualità ambientale previsti dal testo unico ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.), affrontando in particolare alcuni aspetti di cui è importante tenere conto per l'adeguamento dei sistemi fognario e depurativo. La seconda parte del Focus viene chiusa da un box sugli inquinanti emergenti nelle acque, e da un articolo che, sulla base di uno studio condotto sul sistema idrografico del Lambro-Seveso-Olona, mostra quali possono essere gli effetti dell'urbanizzazione sugli ecosistemi fluviali.

La terza sezione del Focus, *Soluzioni e progetti innovativi per la gestione sostenibile delle acque*, ospita una serie di contributi di approfondimento su alcune soluzioni tecniche e gestionali estremamente interessanti e innovative, la cui diffusione e integrazione permetterebbe, da una parte di abbassare il livello delle pressioni sui corpi idrici superficiali e sotterranei, e dall'altra declinare in termini concreti il concetto di *smart cities* applicato ai servizi idrici. Il primo contributo della sezione interviene in merito alla gestione dei servizi idrici in ambito urbano e traccia un quadro delle principali problematiche, cui seguono alcune proposte per innovare e ripensare le politiche idriche urbane e per modernizzare la cultura degli operatori del Servizio Idrico Integrato. L'articolo successivo, in linea con le politiche d'innovazione delineate nel primo, affronta la questione del riuso delle acque grigie e meteoriche nelle abitazioni, evidenziando come le tecnologie siano mature e sottolineando che la loro diffusione è una questione d'informazione oltre che di accettabilità tecnica ed economica. A seguire una serie di quattro contributi che affrontano, da punti di vista differenti e complementari, la problematica delle acque meteoriche in città, che anche a causa dell'impermeabilizzazione diffusa del suolo urbano e di una progettazione delle reti di smaltimento non sempre adeguata, costituiscono un problema sia di natura idraulica che inquinologica, anche a fronte di eventi meteorici non particolarmente severi. In particolare il primo contributo affronta il problema dell'allagamento urbano attraverso l'analisi dell'efficienza della rete di drenaggio superficiale, avvalendosi delle simulazioni di un modello idraulico degli allagamenti in alcuni casi studio. Le due memorie successive si occupano delle acque di prima pioggia quali potenziali veicoli d'inquinamento concentrato. In particolare nella prima, dopo una descrizione dell'influenza qualitativa di tali scarichi sui corpi idrici, vengono descritti i criteri di progettazione e di gestione

delle vasche di pioggia. La seconda espone la situazione normativa in Emilia-Romagna riguardo la gestione delle acque di prima pioggia e di dilavamento, avvalendosi anche degli esempi concreti realizzati negli ultimi anni in alcuni ambiti provinciali. A seguire un contributo in cui sono presentate tra le più importanti tipologie d'intervento distribuito in ambito urbano che, in combinazione o in alternativa alle vasche di prima pioggia, favoriscono l'infiltrazione nel suolo delle precipitazioni e, di conseguenza, determinano un contenimento dei deflussi superficiali d'origine meteorica. I due articoli successivi trattano l'annosa questione delle perdite di rete, che rappresentano una delle problematiche più spinose a carico del Servizio Idrico Integrato. In particolare il primo è la presentazione dei risultati di un progetto LIFE + il cui obiettivo è stato la definizione del livello ottimale di perdita di una rete. Il secondo contributo, invece, presenta un quadro delle azioni programmate in Puglia al fine di rendere efficiente il sistema di controllo delle perdite idriche nelle reti dell'Acquedotto Pugliese. Con i successivi tre lavori si affronta la tematica delle acque reflue in relazione a un loro possibile riuso. In particolare il primo lavoro illustra come le acque reflue, caratterizzate da portate e temperature abbastanza costanti nel corso dell'anno, possono essere sfruttate sia per il riscaldamento che per il raffrescamento degli edifici, dimostrando come tali tecnologie, applicabili sia nel singolo edificio che in grandi collettori, possono contribuire a ridurre i consumi energetici delle città. Gli altri due lavori affrontano la questione dal punto di vista più convenzionale, ma non per questo meno importante, del riuso delle acque reflue depurate. In particolare il primo illustra come il riuso delle acque reflue depurate d'origine urbana, se inserito all'interno di un modello gestionale più attento alla valorizzazione dell'acqua, può contribuire a ridurre l'impatto dei centri urbani sui corpi idrici e al contempo, in funzione del livello del trattamento adottato, rendere disponibili acque di qualità idonee con differenti tipologie di utilizzo. Mentre il secondo descrive come il riutilizzo delle acque reflue depurate è stato declinato in Puglia. La sezione si chiude con una rassegna dei migliori progetti in materia di risorse idriche raccolti nell'ambito della banca dati ISPRA denominata Gelso (GEstione Locale per la SOstenibilità).

La quarta e ultima sezione del Focus, *Fruizione degli <<ambienti idrici>>* in ambito urbano, affronta un aspetto anch'esso molto importante della relazione tra ambienti urbani e ambienti idrici – siano essi fluviali, lacustri o marittimi – vale a dire l'interazione (che spesso coincide con la degradazione) della città e dei suoi abitanti con gli ambiti fisici di pertinenza degli ecosistemi idrici. Tali ambienti, di pertinenza esclusiva dei corpi idrici, in corrispondenza dei centri urbani, vengono spesso sottratti alle dinamiche naturali che regolano l'evoluzione geomorfologica ed ecologica degli stessi e di cui ci si ricorda solo in concomitanza di eventi idrologici o meteo-marini estremi. In particolare il primo contributo affronta la questione del recupero della funzionalità fluviale come obiettivo possibile, anche per effetto della spinta riformatrice offerta in tal senso dalla direttiva quadro sulle acque. Il lavoro offre anche una rassegna di esempi di riqualificazione fluviale realizzati con successo in Europa. La memoria successiva presenta invece una rassegna di alcuni parchi fluviali urbani realizzati in Italia. I rimanenti contributi del Focus spostano l'attenzione sugli ambienti di confine per eccellenza vale a dire le aree costiere e litoranee. In particolare il primo di questi lavori analizza l'urbanizzazione delle coste italiane, riferendola principalmente ai territori delle aree urbane costiere, definendo il carattere marittimo di queste città e la distribuzione dell'urbanizzazione delle aree più prossime al litorale. Il contributo che segue affronta le problematiche della riqualificazione funzionale ed ambientale dei *waterfront* urbani, offrendo anche una casistica d'interventi realizzati o in fase di realizzazione a livello sia nazionale che internazionale. I lavori successivi si soffermano su alcuni degli aspetti che condizionano la fruizione turistica degli ambienti costieri e marittimi nazionali. In particolare il primo scritto centra l'attenzione sull'influenza, ai fini della fruizione ludico-ricreativa e turistica, di alcuni importanti fattori meteo-marini lungo i tratti di costa italiana maggiormente utilizzati ai fini turistico commerciali. A seguire un lavoro che illustra le innovazioni in materia di gestione e monitoraggio delle acque di balneazione, introdotte in Italia a decorrere dal 2010 secondo quanto stabilito dalla nuova direttiva europea 2006/7/CE, che prevede un'attenta analisi dei fattori ambientali che possono influenzare la qualità dell'acqua di balneazione e introduce il profilo delle acque di balneazione utile come strumento di gestione per le autorità competenti e strumento informativo per i cittadini. Il Focus si chiude con tre box di approfondimento aventi per oggetto rispettivamente le fioriture di *ostreopsis* cf.

ovata lungo la fascia costiera della città di Palermo, il bollettino previsionale del rischio di fioriture *ostreopsis cf ovata* messo a punto dall'ARPA Liguria, e un applicativo di <<google maps>> per la gestione dei dati di balneazione sviluppato dall'ARPA Campania.

SEZIONE 1

POLITICHE E GOVERNANCE

- ***Pianificare la gestione delle acque e la tutela del territorio delle aree urbane: criticità e conflittualità***
G. Pineschi – Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
- ***L'ambiente urbano nella politica e nella ricerca europea sull'acqua***
G. Monacelli e E. Giusta - ISPRA
- ***Città d'acqua: Matera, Bologna e Modena***
P. Lucci, D. Ruzzon - ISPRA
- ***Aspetti culturali e antica civiltà dell'acqua nel Mar Mediterraneo***
M. Aversa - ISPRA, A. Scarfone – Borsista ISPRA
- ***I Contratti di Fiume come strumento di governance delle acque in ambito urbano***
M. Bastiani - Coordinatore Scientifico del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume
- ***Sostenibilità dello sviluppo e rischio idraulico. I Piani Comunali delle Acque nella Provincia di Venezia***
M. Ferla – ISPRA, P. Dalla Vecchia, M. Gattolin, V. Bassan - Provincia di Venezia
- ***Un possibile approccio alla stima del danno e del rischio da alluvioni in ambiente urbano***
Segreteria Tecnica Autorità di Bacino del fiume Arno
- ***Acque in città, le regole dei comuni***
G. Nanni e G. Zampetti - Legambiente
- ***Consumi idrici nei servizi turistici certificati con il marchio Ecolabel dell'Unione europea***
S. Ministrini, R. Alessi, G. Cesarei, E. Graziani – ISPRA, M. Angelillo – Tirocinante ISPRA

PIANIFICARE LA GESTIONE DELLE ACQUE E LA TUTELA DEL TERRITORIO DELLE AREE URBANE: CRITICITÀ E CONFLITTUALITÀ

G. PINESCHI

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

ABSTRACT

La città è il luogo dove avvengono, per antonomasia, le maggiori trasformazioni in termini di uso del suolo e dello sfruttamento delle risorse naturali. Ciononostante il rapporto acqua - città non ha parallelamente subito, nei decenni più recenti, un'evoluzione in grado di dare efficaci risposte a problemi ed esigenze che emergono in modo sempre più evidente in funzione della necessità di armonizzare il continuo mutamento/espansione delle aree urbane con il mantenimento della "funzionalità" del territorio urbano e non urbano, anche alla luce degli effetti indotti delle recenti variazioni climatiche.

Parole chiave: Servizio idrico integrato, politiche dell'acqua, Direttiva 91/271/CEE, Direttiva 91/676/CEE, Direttiva 2000/60/CE (WFD), distretto idrografico, ambito territoriale ottimale.

1. ACQUE CITTA' E TERRITORIO

La gestione in territori a forte vocazione insediativa deve, in generale, perseguire i seguenti obiettivi prioritari:

- approvigionare la popolazione con acqua con elevati standard di quantità e qualità;
- garantire adeguati livelli di sicurezza idraulica degli insediamenti;
- garantire la raccolta, la depurazione e lo scarico delle acque reflue depurate, conformemente agli standard di legge;
- assicurare il drenaggio urbano anche in funzione della qualità dei corpi idrici ricettori (reti bianche, reti miste e scaricatori di piena).

Tali obiettivi dovrebbero essere perseguiti attraverso azioni volte a:

- ottimizzare l'uso della risorsa idrica, ad esempio attraverso il riutilizzo, il risparmio idrico, o la ricerca di un "water footprint" sostenibile per le attività produttive;
- attenuare gli effetti delle portate di pioggia, riducendo il grado di impermeabilizzazione dei suoli, realizzando tetti verdi e zone di bioritenzione delle acque, perseguendo, più in generale, l'invarianza idraulica delle nuove espansioni urbane;
- gestire il territorio, migliorando il paesaggio urbano e valorizzando le aree verdi i "water-front" fluviali e rivieraschi.

È importante sottolineare che il rapporto tra acqua e città non rimane confinato alla sola area urbana, anche volendo includere in tale accezione le zone periferiche rurali, semirurali ed industriali che, in diverso modo, gravitano intorno alla città. Il "peso" della città sull'acqua è ben più ampio e si ripercuote anche a notevole distanza, in ambienti solo apparentemente indipendenti dalle dinamiche insediative/produttive: l'approvvigionamento idrico e la difesa idraulica dei centri urbani possono indurre enormi trasformazioni morfologiche ed idrodinamiche del territorio (basti pensare alla captazione di acque sotterranee, alla realizzazione di dighe, argini o casse di laminazione); il tessuto urbano stesso può rappresentare una barriera o comunque una disconnessione

delle reti ecologiche e della continuità fluviale; la raccolta, la depurazione e lo scarico di acque reflue determinano, in generale, un impatto sulla qualità dei corpi idrici di valle ed, in particolare, delle aree costiere poste a chiusura di bacino.

Le città rappresentano degli importanti hot spot nella struttura del territorio che tendono ad indurre pesanti squilibri nei cicli che regolano il naturale rigenerarsi della risorsa idrica, effetti che devono essere affrontati attraverso un approccio multidisciplinare che ponga la tutela dell'ambiente e del territorio al centro della strategia gestionale. Da diversi anni a livello internazionale è riconosciuta l'importanza di applicare un approccio "integrato" alla gestione delle acque, in grado di contemplare simultaneamente, alla scala più appropriata, problematiche e settori differenti. La Direttiva 2000/60/CE costituisce lo strumento che in modo migliore interpreta tale approccio declinandolo in strumenti ed azioni concrete. Gli obiettivi principali della direttiva si inseriscono in quelli più complessivi della politica ambientale della Comunità che deve contribuire a perseguire salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale, nonché l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali e che deve essere fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della riduzione, soprattutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente e sul principio "chi inquina paga". Il principio portante della WFD è quello della gestione integrata a livello di bacino, attraverso un approccio teso a superare la logica dei confini amministrativi ponendo l'attenzione sugli aspetti fisici del territorio considerando le caratteristiche ambientali (idrologiche, idrogeologiche ed ecosistemiche) applicando una visione integrata e multidisciplinare da attuare attraverso i Piani di Gestione dei Distretti Idrografici. La Direttiva incorpora integralmente le finalità, gli obiettivi e gli strumenti tecnici contenuti nelle Direttive 91/271/CEE sulle Acque Reflue Urbane e 91/676/CEE sui nitrati di origine agricola la cui completa e corretta attuazione costituisce una condizione indispensabile per il raggiungimento del "buono stato ecologico", come richiesto dalla WFD entro il 2015.

2. I RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI E COMUNITARI

La Direttiva 91/271/CEE richiedeva che, al più tardi entro il 2005, tutti gli agglomerati con potenzialità maggiore di 2000 a.e. fossero dotati di sistemi di raccolta e depurazione delle acque reflue stabilendo una tempistica di adeguamento in funzione della dimensione degli agglomerati e della "sensibilità" del corpo ricettore nei confronti del fenomeno dell'eutrofizzazione. La Direttiva Acque Reflue Urbane richiedeva, infatti, che tutti gli scarichi prodotti da agglomerati con potenzialità maggiore di 10.000 abitanti equivalenti ricadenti in area sensibile fossero sottoposti ad un trattamento più spinto per la rimozione dell'azoto e del fosforo. Le due Direttive del '91 avevano a suo tempo individuato rispettivamente nelle acque reflue urbane e nei nitrati di origine agricola due importanti driver di impatto stabilendo una rigorosa disciplina di intervento ancora oggi in fase di (difficoltosa) attuazione. Le misure previste da queste direttive sono oggi confluite nel così detto programma di misure, la cui sintesi è contenuta nei Piani di Gestione dei Distretti Idrografici come "misure di base", e quindi fondamentali, per il raggiungimento degli obiettivi di piano. Sebbene la direttiva del '91 sulle acque reflue urbane centrasse in pieno uno dei temi principali dell'impatto causato dalle città sulle acque, l'approccio settoriale dedicato alla gestione delle acque reflue urbane non può, da solo, garantire un efficace bilanciamento tra sviluppo urbanistico e tutela del territorio e delle risorse idriche.

La sostenibilità dei servizi idrici per gli usi civili è stata interpretata in Italia, dalla Legge Galli in poi, come la necessità di gestire in forma unitaria tutti gli aspetti legati all'uso delle risorse idriche - dalla sorgente allo scarico - alla scala di Ambito Territoriale Ottimale (cioè, prevalentemente, a livello amministrativo provinciale). Tale impostazione, pur rappresentando un'importante evoluzione dell'approccio alla gestione delle acque, oggi non appare sufficiente a rispondere alle esigenze del territorio risultando, in definitiva, un approccio settoriale che solo in parte si coordina con le esigenze di altri settori e soprattutto rischia di non essere coerente con gli obiettivi di tutela e conservazione della qualità degli ambienti acquatici. In tale ottica il Piano di Ambito, che è lo strumento di pianificazione degli interventi inerenti il Servizio Idrico Integrato, dovrà assumere una

nuova valenza. In particolare il Piano di Ambito dovrà quanto più possibile diventare uno stralcio del Piano di Gestione del Bacino idrografico, contemplando tipologie di intervento attualmente non ricomprese nel Servizio Idrico Integrato ma assolutamente necessarie ad assicurare una gestione efficace ed "intelligente" (smart) delle acque nelle città e nei relativi territori periferici. Uno degli aspetti di maggiore criticità è, tuttavia, rappresentato dall'assetto delle competenze e delle funzioni disegnato dalle norme di settore. Negli anni il legislatore è intervenuto più volte sulla materia, integrando e modificando le disposizioni circa l'assetto istituzionale e organizzativo dei servizi idrici. Tra tali interventi assume naturalmente un particolare rilievo il Testo Unico Ambientale (decreto legislativo 152/2006) la cui Parte III, Sezione III, regola il settore idrico abrogando la legge n. 36/1994 e incorporandone i contenuti. Sul piano dell'assetto istituzionale, sono intervenute, poi:

- la legge 26 marzo 2010, n. 42 (Decreto Calderoli), che ha previsto la soppressione, entro il 1° gennaio 2011, delle AATO esistenti, demandando alle Regioni il compito di ri-attribuire, con legge, le funzioni già esercitate dalle AATO stesse, nel rispetto dei principi di sussidiarietà, differenziazione e adeguatezza. Il termine per la soppressione delle AATO è stato più volte prorogato, da ultimo con il decreto legge 29 dicembre 2011, n. 216, che lo fissa al 31 dicembre 2012;
- il decreto legge n. 70/11, che ha istituito l'Agenzia nazionale per la regolazione e la vigilanza in materia di acqua, assegnando ad essa una serie di funzioni di regolazione e di controllo sui servizi idrici e trasferendo alla stessa le funzioni già attribuite alla CoNVIRI dal decreto legislativo n. 152/06 e dalle altre disposizioni vigenti alla data di entrata in vigore del decreto medesimo.

Come noto, il 12 e 13 giugno 2011, si è svolto il referendum popolare il cui esito ha determinato l'abrogazione di alcune importanti previsioni normative in materia di servizi idrici. I due quesiti sull'acqua prevedevano in particolare:

- l'abrogazione dell'art. 23bis del decreto legge 112/2008 in materia di affidamento dei servizi pubblici locali, rendendo direttamente applicabili le prescrizioni derivanti dal Diritto comunitario;
- la parziale abrogazione dell'art. 154, comma 1, del decreto legislativo n. 152/06, eliminando il riferimento alla "adeguatezza della remunerazione del capitale investito".

Gli esiti referendari sono stati formalmente recepiti attraverso il decreto del Presidente della Repubblica 18 luglio 2011 n. 116.

Da ultimo, è intervenuto il decreto legge 6 dicembre 2011, n. 201, convertito, con modificazioni, dalla legge 22 dicembre 2011, n. 214, che ha soppresso la mai nata Agenzia nazionale per la regolazione e la vigilanza in materia di acqua prevista dal dl 70/2011, trasferendo all'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG) "le funzioni attinenti alla regolazione e al controllo dei servizi idrici", e precisando che tali funzioni "vengono esercitate con i medesimi poteri attribuiti all'Autorità stessa dalla legge 14 novembre 1995, n. 481" (legge istitutiva dell'AEEG).

Il decreto 201/2011 prevede che le funzioni da trasferire all'AEEG siano individuate attraverso un DPCM proposto dal Ministro dell'Ambiente che è stato emanato il 20 luglio 2012. Il DPCM 20 luglio 2012 si compone essenzialmente di 2 parti.

La prima, a carattere non dispositivo, tesa ad inquadrare il problema del servizio idrico e in un più ampio approccio integrato, in linea con il dettato comunitario, che consente anche di fornire i primi elementi di governance del settore (anche alla luce della soppressione degli AATO) nell'ottica di garantire una logica unitaria nell'utilizzo dell'acqua per affrontare in sinergia rischio idrogeologico, fenomeni estremi legati ai mutamenti climatici e gestione sostenibile della risorsa.

La seconda ovvero l'articolato, che costituisce quindi un tassello dello sviluppo organico sopra delineato, finalizzata ad attuare il trasferimento all'AEEG delle funzioni di regolazione e controllo del servizio idrico integrato che andranno esercitate con i poteri derivanti dalla legge istitutiva dell'Autorità, mantenendo in seno al MATTM di tutte le funzioni relative alla fissazione e perseguimento degli obiettivi ambientali, alla qualità della risorsa, ai poteri di indirizzo e coordinamento, nonché alla definizione dei costi ambientali e della risorsa.

3. RECUPERO DEI COSTI DEI SERVIZI IDRICI

Questa evoluzione del contesto regolatorio del Servizio Idrico Integrato potrebbe rappresentare un'occasione importante per reimpostare totalmente il rapporto tra acqua e città riconoscendo, in un'ottica olistica e multidisciplinare, tutte le numerose interconnessioni tra l'uso della risorsa idrica, la sicurezza del territorio e l'uso sostenibile ed intelligente delle risorse acqua e suolo. Uno degli aspetti chiave di questa evoluzione è senza dubbio rappresentato dalla necessità di pervenire ad una corretta determinazione dei costi ambientali e della risorsa collegati con i prelievi di acqua e con lo scarico di acque reflue.

In base all'art. 9 della WFD, gli Stati Membri devono tenere in considerazione, nel momento in cui applicano il principio del full cost recovery, di tutti i costi dei servizi idrici, inclusi i costi ambientali e della risorsa. I documenti prodotti nell'ambito della Strategia Comune di Implementazione della WFD (linea guida WATECO del 2002 e DG ECO 2 del 2004) definiscono i costi ambientali come i costi causati dai danni che gli utilizzi idrici impongono all'ambiente, agli ecosistemi e a chi utilizza l'ambiente. Gli stessi documenti definiscono i costi della risorsa come costi delle mancate opportunità che altri usi sopportano a causa dello sfruttamento della risorsa oltre il naturale tasso di ricarica o ripristino.

La valutazione dei danni agli utilizzatori costituisce pertanto la base per il calcolo dei costi ambientali. Questi costi possono essere quantificati considerando le misure necessarie a ridurre il relativo impatto ambientale. In pratica la stima dei costi ambientali associati con un dato utilizzo idrico o ad uno specifico servizio avviene attraverso 3 fasi fondamentali:

- valutazione dell'impatto ambientale per la determinazione e la quantificazione del danno provocato;
- valutazione economica del danno fisico provocato all'ambiente;
- valutazione finalizzata analizzare se e in che misura i costi siano incorporati nel sistema di tariffazione praticato dando corretta applicazione del full cost recovery e del polluter/beneficiary pays principle.

In sintesi, qualora si verificano degli impatti sull'ambiente naturale o agli utilizzatori della risorsa conseguenti a un uso alternativo, si deve procedere alla valutazione dei costi esterni. La valutazione va effettuata considerando:

1. i danni causati all'ambiente naturale;
2. i danni causati agli altri utilizzatori.

Nel primo caso, si deve verificare che siano poste in essere delle misure di prevenzione o mitigazione e calcolarne i relativi costi e verificare che queste spese siano sostenute dagli inquinatori effettivi (in questo caso i costi ambientali sono internalizzati). Nei casi in cui non siano implementate delle misure volte a rimediare al danno ambientale, vanno calcolati i costi delle misure necessarie a mitigare il danno. Il danno ambientale può essere calcolato anche attraverso delle metodologie indirette, stimando i benefici ambientali riconducibili alla protezione ambientale. In sostanza, qualora le misure poste in essere ai sensi della WFD siano sufficienti a mitigare i danni, si fa riferimento solamente al costo di tali misure. Qualora queste non siano sufficienti, sarà necessario calcolare anche i costi delle misure addizionali.

L'applicazione di questi principi a tutti i servizi idrici connessi con lo sviluppo urbanistico potrà portare ad un'importante evoluzione dell'attuale approccio al recupero dei prezzi attualmente basato esclusivamente sul concetto di tariffa commisurata al quantitativo di acqua utilizzata e scaricata nell'ambiente. L'attuale approccio basato esclusivamente sul rapporto sinallagmatico tra tariffa e acqua utilizzata non si presta, infatti, a tenere conto di altri servizi ed impatti non direttamente connessi ad un uso specifico, come ad esempio nel caso della raccolta e trattamento delle acque meteoriche, l'impatto dovuto dagli scaricatori di piena, il perseguimento di un uso efficiente della risorsa ed il risparmio idrico, la riduzione delle perdite delle reti, i costi e gli impatti connessi con i trattamenti individuali, il mantenimento dell'invarianza idraulica in sezioni problematiche o la necessità di provvedere ad un più spinto livello di trattamento per, ad esempio, riutilizzare le acque reflue depurare o eliminare particolari contaminanti di origine naturale e diffusa.

Il riconoscimento dei costi ambientali e della risorsa, insieme al riconoscimento di tutte le neces-

sità che derivano da una gestione intelligente delle acque in città potrà consentire di ri-progettare e ri-pianificare il complesso rapporto tra lo sviluppo urbanistico e la gestione ottimizzata delle risorse idriche e del territorio.

4. CONCLUSIONI

In conclusione si vuole proporre un esempio concreto dell'importanza di applicare un approccio in grado di considerare le diverse interazioni tra acqua e città. L'esempio è rappresentato dall'evento di moria ittica che ha colpito il fiume Tevere nell'estate del 2004. La moria ittica si verificò in corrispondenza di un evento meteorico intenso, localizzato in alcuni settori dell'area urbana, dopo un lungo periodo di completa assenza di piogge. L'evento generò un'onda di piena nei fossi e negli affluenti dell'asta principale che causò la rapida risospensione ed il trasporto dei sedimenti anossici accumulatosi nel periodo asciutto insieme a composti potenzialmente tossici per gli organismi acquatici, tra i quali, probabilmente, anche erbicidi e antiparassitari veicolati dalle acque di ruscellamento superficiale che dilavano i terreni agricoli al contorno dello spazio urbanizzato. I pesci investiti da questo "torbidone" (anossico, tossico e ricco di sedimenti) furono impediti nella respirazione con conseguente morte per asfissia. I pesci morti provenienti dal tratto urbano, a partire dalla zona a valle dell'immissione dell'Aniene, furono analizzati ed esaminati mettendo in evidenza una quantità stimata in diverse tonnellate, registrando una delle morie più consistenti degli ultimi anni come si può apprezzare nella sottostante immagine (Figura 1).

Figura 1 - Zona a valle di P.te di Mezzocammino. Panoramica sull'impressionante scia di cadaveri di pesci flottanti, trasportati verso mare dalla corrente fluviale



Fonte: Archivio del Laboratorio di Ecologia Sperimentale ed Acquacoltura dell'Università di Roma "Tor Vergata"

La moria ittica dell'estate del 2004, così come le morie verificatesi nel Tevere a più riprese dagli anni settanta ad oggi (si ricordano in particolare la moria del maggio 1971 e le 2 morie verificatesi nell'estate del 2002, ma, più in generale, si tratta di un fenomeno che ha caratteristiche di periodicità anche in funzione di fattori naturali), è la manifestazione di una condizione ambientale problematica del reticolo idraulico (principale e minore) nell'area urbanizzata, in condizioni di portata di magra del fiume in concomitanza di eventi di pioggia particolarmente intensi, localizzati

in zone metropolitane quasi totalmente impermeabilizzate e caratterizzate da un'urbanizzazione disordinata con un'elevata presenza di attività industriali. Le condizioni ambientali del tratto terminale del Fiume Tevere sono, infatti, condizionate dallo sviluppo urbano ed industriale dell'area metropolitana e dalla contemporanea riduzione del deflusso di magra estiva del fiume dovuto agli usi dissipativi della risorsa idrica nell'intero bacino. Nonostante la depurazione delle acque reflue della città di Roma (estesa alla quasi totalità degli scarichi), il tratto metropolitano del fiume e del reticolo idrografico ad esso afferente è ancora caratterizzato da una generale vulnerabilità dell'intero ecosistema, come dimostrato dagli eventi di moria.

La presenza di adeguate portate idriche nel reticolo idrografico è estremamente importante al fine di mantenere il minimo deflusso vitale, evitare l'accumulo di fanghi e sedimenti negli alvei, diluire gli eventuali apporti inquinanti e scongiurare il conseguente verificarsi dell'onda di torbida in corrispondenza di rovesci temporaleschi. Tali portate costituiscono il deflusso di base del reticolo la cui consistenza è legata al sistema delle derivazioni di acque superficiali e degli emungimenti di acque sotterranee, sistema completamente sbilanciato dallo sviluppo urbanistico e destinato a peggiorare rapidamente in futuro.

Sulla base di questa breve analisi dell'evento dell'estate del 2004 si può concludere che le morie ittiche sono il risultato di numerose cause tra le quali, come sopra ricordato, il progressivo impoverimento del deflusso di base, la presenza di scarichi non depurati, la cattiva gestione del reticolo superficiale, la presenza di rifiuti e di sostanze tossiche (specialmente nei sedimenti), l'impermeabilizzazione spinta di aree sempre più vaste e, più in generale, il "peso" del territorio urbano e periurbano sul territorio naturale. Va rilevato in particolare che, a causa di uno sviluppo urbano male pianificato, i numerosi fossi tributari del Tevere e dell'Aniene sono stati nel tempo esautorati del loro importante ruolo idraulico-ambientale di vie di drenaggio superficiale delle acque meteoriche e delle acque sorgive e sono stati progressivamente trasformati in fogne a cielo aperto e in discariche di ogni genere di rifiuti (figura 2).

Figura 2 - Scarichi non a norma rifiuti e schiume rilevati sul fosso di Pratulungo (tributario del fiume Aniene) durante una delle ricognizioni effettuate a valle dell'evento di moria



L'evento della moria ittica verificatasi nel basso corso del Tevere nel 2004 - perfetto esempio di effetto farfalla¹ - dimostra, in conclusione, l'importanza di comprendere il complesso rapporto tra la città e le sue acque e di pianificare lo sviluppo urbanistico tenendo conto delle funzioni e degli equilibri associati al sistema venoso-arterioso rappresentato dal reticolo naturale ed artificiale delle acque superficiali, anche in funzione degli scenari attuali e futuri di cambiamento climatico che vedono intensificarsi fenomeni meteorici impulsivi di forte intensità.

1 Effetto farfalla è una locuzione che racchiude in sé la nozione maggiormente tecnica di dipendenza sensibile alle condizioni iniziali, presente nella teoria del caos. L'idea è che piccole variazioni nelle condizioni iniziali producano grandi variazioni nel comportamento a lungo termine di un sistema. (Wikipedia)

L'AMBIENTE URBANO NELLA POLITICA E NELLA RICERCA EUROPEA SULL'ACQUA

G. MONACELLI¹, E. GIUSTA¹

¹ ISPRa, Dipartimento tutela acque interne e marine

ABSTRACT

L'espandersi delle aree urbane con ritmi sempre crescenti pone problemi che riguardano l'acqua, sia come risorsa, che come fattore di rischio. Lo sviluppo socio-economico alla base dell'urbanizzazione richiede la disponibilità di notevoli quantitativi di acqua di qualità adeguata agli usi potabile e civile e, più in generale, la reperibilità di servizi idrici integrati di elevata efficienza. La sostituzione di aree verdi con ampi comprensori edificati modifica le condizioni di drenaggio e spesso, solo in occasione di precipitazioni intense, ci si rende conto di come l'impatto di tali modifiche, in condizione di cambiamento climatico, venga di norma sottovaluto. Le direttive comunitarie sull'acqua e alcune rilevanti iniziative di ricerca puntano a trovare adeguate soluzioni.

Parole chiave: urbanizzazione, acqua, servizi idrici, servizi eco sistemici, eventi estremi e cambiamenti climatici.

1. INTRODUZIONE

Rilevanti cambiamenti di natura socio-economica sia in Europa che a livello globale stanno portando la crescita dell'urbanizzazione a ritmi impressionanti. Secondo stime delle Nazioni Unite, il fenomeno interessa ormai più del 50% della popolazione delle nazioni più sviluppate in Europa (35 città con più di un milione di abitanti) e nel mondo. Sempre secondo proiezioni di UN Habitat, l'agenzia delle Nazioni Unite preposta al monitoraggio del fenomeno, nel 2030 l'accelerazione nella crescita delle aree urbane porterà ben il 60% circa della popolazione mondiale a vivere in una città. Ne consegue una crescente domanda di acqua per usi civili nelle aree urbane. Sulla disponibilità della risorsa idrica incidono però negativamente l'inquinamento, per quanto riguarda la qualità, e gli effetti dei cambiamenti climatici, per quanto concerne la quantità, sia per difetto che per eccesso.

L'acqua, oltre ad essere un elemento essenziale per la vita dell'uomo e un fattore fondamentale per lo sviluppo economico e sociale delle comunità, è anche una sorgente di rischio per la vita umana e per i beni materiali in occasione di eventi idrologici estremi, quali le inondazioni. L'alta concentrazione di popolazione in grandi città richiede quindi approcci innovativi nella gestione delle risorse idriche, per garantire acqua di qualità e quantità adeguata a soddisfare le crescenti esigenze nonché idonea protezione da eventi idrologici estremi.

E' inoltre richiesta una nuova visione nel pianificare l'ambito urbano, per evitare il verificarsi di situazioni critiche. Occorre infatti tenere conto che l'aumento di superfici impermeabili dovute all'urbanizzazione aggrava il rischio di inondazioni nelle aree cittadine. L'aumento di domanda di acqua per usi civili confligge spesso con altri usi (agricoli, industriali), in particolare durante i periodi di siccità, causando sempre più spesso situazioni di scarsità idrica.

La politica europea sta affrontando la necessità di una gestione dell'acqua sostenibile e sempre più efficiente, tale da garantire il funzionamento sia degli ecosistemi che dei servizi idrici. L'acqua è un elemento centrale nella strategia della Commissione europea non soltanto per quanto

riguarda le politiche di protezione ambientale, ma anche come sfida sociale ed economica da affrontare efficacemente grazie all'apporto della ricerca e dell'innovazione europee. L'obiettivo è di pervenire a soluzioni tecniche e metodologiche che oltre a consentire un buono stato di qualità delle acque a livello europeo soddisfino le esigenze di crescita economica, creando opportunità di trasferimento a livello internazionale dei risultati delle ricerche e dei prodotti sviluppati dalle tante iniziative di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica.

2. LE POLITICHE COMUNITARIE SULLE ACQUE RILEVANTI PER L'AMBITO URBANO

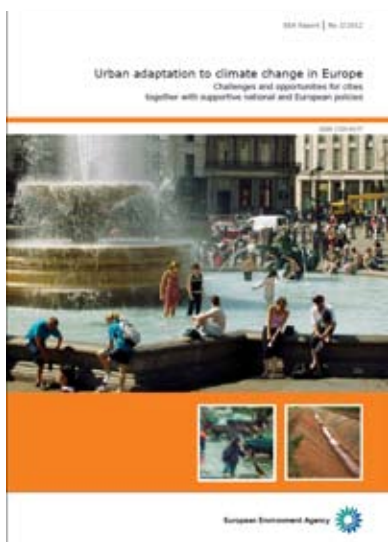
La Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE è, a livello comunitario, il principale riferimento normativo in materia di protezione e tutela delle acque e per un uso sostenibile della risorsa idrica. Per l'ambito urbano sono però rilevanti anche la direttiva sulle acque potabili e la direttiva sul trattamento dei reflui urbani, la cui attuazione ha nel tempo registrato notevoli progressi, anche se il processo di recepimento negli Stati membri non è sempre puntuale e conforme alle raccomandazioni comunitarie. L'attuazione della Direttiva sul trattamento dei reflui urbani, varata nel 1991, ha sicuramente portato all'abbattimento dell'immissione di inquinanti nei corpi idrici ricettori ma ancora il 22% dei corpi idrici europei è inquinato da fonti puntuali e nuove problematiche sono emerse di recente a causa del ritrovamento nei corpi idrici di sostanze non considerate in precedenza, quali i residui di prodotti farmaceutici, compresi i medicinali per uso umano.

Rispetto alla normativa comunitaria precedente, la Direttiva Quadro Acque ha contribuito al superamento del concetto di gestione delle acque limitato alla loro distribuzione e trattamento. Il piano di gestione di bacino previsto dalla Direttiva Quadro Acque è visto come "il piano dei piani", ovvero come strumento di riferimento dei piani settoriali fra cui quelli urbanistici, che si devono quindi necessariamente confrontare con l'assetto del territorio e la disponibilità delle risorse idriche nel bacino o distretto idrografico, cui la pianificazione si riferisce.

Lo sviluppo dei piani di gestione e quindi la redazione e realizzazione dei programmi di misure devono tenere conto dei cambiamenti climatici, che devono essere presi in considerazione anche nell'attuazione della Direttiva "Alluvioni". Un documento di indirizzo della Commissione Europea, pubblicato nel 2009 (CIS Guidance N° 24 - **River Basin Management in a changing climate**), ha inteso fornire utili indicazioni per l'individuazione di misure di adattamento ai cambiamenti climatici da inserire nel piano di gestione previsto dalla Direttiva Quadro Acque, in quello di gestione

delle siccità e scarsità idriche, che si riferisce alla strategia su detti temi oggetto della specifica comunicazione emanata nel 2007, ed ancora nei piani di gestione del rischio di inondazione previsti dalla Direttiva "Alluvioni". La ciclicità dei piani sopracitati consentirà la messa in opera graduale di misure e strumenti innovativi, provando nel tempo l'efficacia di risposta ai mutamenti in atto. L'Agenzia Europea dell'ambiente ha più specificatamente trattato degli impatti dei cambiamenti climatici in ambito urbano in un rapporto del 2009 (**Urban adaptation to climate change in Europe**) in cui è stato dedicato ampio spazio all'analisi delle sfide poste dai nuovi trend climatici e particolare attenzione è stata dedicata alle inondazioni e ai ricorrenti fenomeni di siccità e scarsità idrica, che risultano sempre più impattanti.

Le possibili soluzioni devono essere supportate dal miglioramento complessivo della capacità di adatta-



mento delle aree urbane. Per essere efficaci, tali misure di adattamento devono essere adottate seguendo un processo sistematico di pianificazione in cui le priorità di messa in opera delle azioni siano chiaramente identificate.

La migliorata capacità di adattamento porta certamente ad una diminuzione della vulnerabilità delle città ai rischi correlati ai cambiamenti climatici ma questo obiettivo è raggiungibile attraverso una pluralità di fattori che comprendono la conoscenza, il diritto all'acqua come pubblico bene, l'accesso alle tecnologie e alle infrastrutture, le risorse economiche e l'efficienza delle istituzioni. Fondamentale per il successo della strategia di adattamento a livello di città è il collegamento delle istituzioni locali con i livelli regionale, nazionale ed europeo, anche e soprattutto in tempi di "spending review" per l'attivazione degli strumenti economici costituiti principalmente dai fondi strutturali e da quelli di ricerca, sia nazionali che comunitari.

Per superare le barriere fra istituzioni con livelli di responsabilità di governo diverse fra loro e favorire una struttura decisionale in grado di rispondere alla complessità e interazione dei fenomeni coinvolti, è stata realizzata la piattaforma europea **CLIMATE-ADAPT**.

I piani operativi dei programmi di cooperazione territoriale e la programmazione delle attività europee di ricerca fino al 2020 prendono in considerazione la necessità di coordinamento delle politiche nazionali attraverso un confronto fra i vari programmi nazionali, e anche regionali se rilevanti, al fine di condividerne i risultati ed ottimizzare le risorse destinate ad affrontare le questioni trattate. Pur tenendo conto della variabilità degli impatti e dei diversi gradi di vulnerabilità fra i 27 Stati Membri e paesi associati, questa più forte azione di collaborazione e coordinamento punta a creare un rafforzamento del comune spazio europeo e a creare un'unica area di ricerca e innovazione tecnologica condivisa da tutti i paesi aderenti all'Unione Europea.

Un'attenzione più spinta che nel passato viene anche rivolta all'interazione fra tutti i settori coinvolti e quindi fra politiche e strategie che devono essere adottate dai cosiddetti "decisioni politici", *in primis* da quelli che siedono ai tavoli comunitari. E' ormai ampiamente assodato che il ruolo prioritario della gestione dell'acqua nelle politiche di tutela ambientale deve trovare il dovuto riscontro nelle politiche energetiche, industriali, in quelle agricole, così come in quelle turistiche e naturalmente in quelle urbanistiche e demografiche. L'analisi dei risultati dei piani di gestione ha fatto emergere una serie di criticità che hanno costretto a riconsiderare l'obiettivo di raggiungere un buono stato delle acque entro il 2015, in quanto i dati finora accertati fanno ritenere che soltanto poco più della metà dei corpi idrici avranno tali caratteristiche di qualità ambientale.

Per fornire maggiore chiarezza sulle strategie comunitarie sulle acque e per venire incontro alla necessità di integrare in maniera più efficace gli aspetti qualitativi con quelli quantitativi, è stata pubblicata nell'autunno del 2012 la Comunicazione della Commissione europea "**Blueprint to safeguard Europe's water resources**" che guiderà gli Stati membri nel processo di revisione del primo piano di gestione delle acque .

2.1 Servizi idrici urbani - condizioni di siccità e scarsità idrica

La riduzione del rischio di siccità è un obiettivo specifico del Piano di salvaguardia delle risorse idriche. Il suo raggiungimento dipenderà dalla capacità di attuazione delle indicazioni già contenute nella Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio emanata nel 2007 dal titolo "*Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione Europea*". Nella comunicazione, finalizzata a promuovere il risparmio delle risorse idriche e un loro utilizzo più efficiente, veniva fornita una prima serie di opzioni strategiche a livello europeo, nazionale e regionale:

- fissare il giusto prezzo dell'acqua;
- ripartire in modo più efficace l'acqua e i fondi destinati al settore idrico, migliorare la pianificazione dell'uso del suolo e finanziare l'efficienza idrica;
- migliorare la gestione del rischio siccità attraverso: 1/ la messa a punto di piani di gestione del rischio siccità, 2/ l'istituzione di un osservatorio ed un sistema di allerta rapida sulla sic-

cità, 3/ una migliore utilizzazione del fondo di solidarietà dell'UE e del meccanismo europeo di protezione civile;

- considerare la creazione di ulteriori infrastrutture per l'approvvigionamento idrico;
- promuovere le tecnologie e le pratiche che consentono un uso efficiente dell'acqua;
- favorire lo sviluppo di una cultura del risparmio idrico in Europa;
- migliorare le conoscenze e la raccolta di dati attraverso un sistema di informazione europeo sulla carenza idrica e la siccità e la promozione in materia di ricerca e sviluppo tecnologico.

Molte di queste opzioni investono direttamente il livello urbano fino a quello di singolo edificio. Un uso efficiente delle risorse idriche dovrebbe mettere fine agli sprechi e alle perdite inutili, anche prevedendo una tariffazione equa applicata a tutte le utenze e non solo ai servizi di fornitura di acqua potabile e del trattamento delle acque reflue cui attualmente è per lo più applicata. Anzi, le famiglie dovrebbero avere accesso a forniture idriche adeguate, a prescindere dalle loro risorse finanziarie, in modo da garantire condizioni igienico-sanitarie tali da evitare ripercussioni sulla salute dei cittadini. Nelle aree soggette a scarsità idrica il risparmio e l'efficienza idrici dovrebbero essere regolamentati prevedendo contributi volontari o incentivati, da rendere vincolanti nei casi più critici. Il riuso di acque non più potabili o la raccolta delle acque piovane per l'irrigazione dei giardini o per gli scarichi dei gabinetti abbatta in modo rilevante il consumo *pro capite* di acqua. Soltanto quando le misure di efficienza e di risparmio si rivelassero non risolutive, occorre prendere in considerazione interventi infrastrutturali legati alla gestione dell'acqua quali lo stoccaggio di acque di superficie o sotterranee, i trasferimenti d'acqua o l'uso di opzioni alternative quali la desalinizzazione e il riutilizzo di acque reflue, utilizzando tecnologie pulite ed efficienti dal punto di vista idrico ed energetico nonché effettuando debite valutazioni d'impatto e tenendo in debito conto le incertezze dovute ai cambiamenti climatici. La promozione di tecnologie e pratiche che consentono un uso efficiente dell'acqua è fondata sui confortanti risultati di casi pilota che hanno evidenziato la possibilità di risparmi fino al 30% dei consumi per usi civili. Un abbattimento notevole degli sprechi si otterrebbe con più efficienti reti di distribuzione le cui perdite spesso superano il 50%. E' stata presa in considerazione anche l'elaborazione di una direttiva sul rendimento idrico nell'edilizia per favorire l'uso di dispositivi che limitano i quantitativi di acqua utilizzata (rubinetti, docce, gabinetti), la raccolta dell'acqua piovana, il riutilizzo delle "acque grigie" e pervenire alla certificazione degli edifici ad alta efficienza per l'uso dell'acqua. Nei casi di successo, i programmi di risparmio idrico in ambito urbano hanno riguardato sia l'adozione di nuovi e più efficienti dispositivi e impianti idrici che l'attivazione di campagne di sensibilizzazione della cittadinanza e di tutti i soggetti interessati.

L'Agenzia Europea dell'Ambiente ha raccolto possibili soluzioni ed esempi di buone pratiche in un recente rapporto dal titolo "**Towards efficient use of water resources in Europe**" nell'ottica di promuovere la sostenibilità della gestione idrica in un contesto di economia "verde", il che significa usare l'acqua in maniera più efficiente in tutti i settori e assicurare che gli ecosistemi ricevano la quantità e qualità di acqua necessaria al loro effettivo funzionamento. L'auspicio è quello di uscire dai casi pilota e dagli esempi isolati per applicazioni più massive delle innovazioni di comprovata efficacia

2.2 Inondazioni in ambito urbano

La normativa comunitaria di riferimento in tema di inondazioni è la Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione. L'intento è quello di ottenere un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e la riduzione dei rischi soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

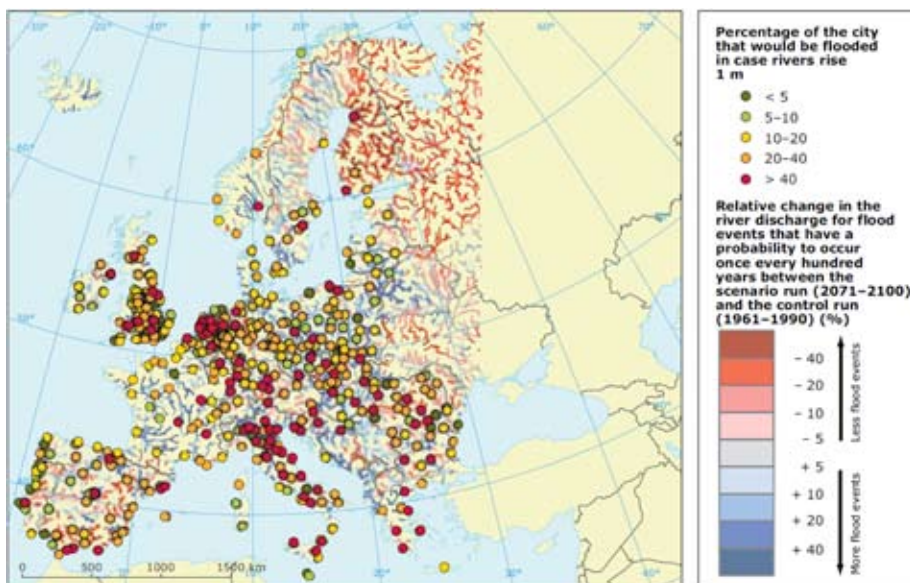
La direttiva tiene conto delle diverse tipologie di inondazioni che colpiscono il territorio della Comunità e quindi, oltre a quelle causate dallo straripamento dei fiumi, si applica alle inondazioni localizzate come le *flash floods* e le alluvioni urbane. I piani di gestione previsti dalla Direttiva "Alluvioni" dovranno pertanto tenere conto delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico a cui si riferiscono e delle condizioni locali e regionali.

Le inondazioni hanno all'origine una combinazione di fenomeni meteorologici e idrologici estremi che spesso sono influenzati da fattori antropici a partire dall'uso del suolo. Come sottolineato nella direttiva, la crescente urbanizzazione e concentrata presenza di attività economiche nelle aree di esondazione, la riduzione della capacità di ritenzione idrica dei suoli, causata dalla impermeabilizzazione di superfici sempre più ampie, e i cambiamenti climatici sono tutti fattori che contribuiscono ad aumentare la probabilità di inondazioni e ad aggravarne gli impatti negativi su persone e cose.

Figura 1 - Allagamento in ambito urbano (Foto Franco Iozzoli - ISPRA)



Figura 2 - Città europee a rischio inondazione (EEA "Urban adaptation to climate change in Europe")



Questa mappa elaborata dall'istituto per la sostenibilità ambientale del JRC della Commissione europea mostra che un quinto delle città europee con più di 100.000 abitanti è considerata vulnerabile a possibili eventi alluvionali. Le aree urbane sensibili non sono concentrate in un'unica regione ma il rischio più alto rappresentato dal pallino rosso è uniformemente rappresentato, come si vede anche sul territorio italiano.

3. LE ATTIVITÀ DI RICERCA E INNOVAZIONE

Nella società attuale fortemente globalizzata e competitiva in molti campi e settori, anche, e soprattutto, la ricerca deve essere efficiente e in grado di trovare soluzioni innovative ai problemi che si devono affrontare quotidianamente con una prospettiva verso i possibili cambiamenti che ci si troverà ad affrontare in futuro. Il tema della gestione integrata delle risorse idriche, che consente di prendere in considerazione tutte le implicazioni di natura ambientale, sociale e economica connesse agli usi dell'acqua, è stato oggetto di molti progetti di ricerca nel corso delle ultime programmazioni dei fondi comunitari destinati ad iniziative di ricerca, sviluppo e innovazioni in ambito europeo.

Nel corso del VI Programma Quadro per la Ricerca (2000-2006) due ERANET di coordinamento e rafforzamento della ricerca europea applicata al tema acqua hanno coinvolto numerosi enti che gestiscono e finanziano programmi o progetti di tutela ambientale e di gestione sostenibile delle risorse naturali. L'ERANET CRUE dedicata alla ricerca sulla prevenzione e gestione del rischio inondazione ha prodotto risultati che si sono in particolar modo concretizzati in progetti



transnazionali di condivisione, collaborazione e approfondimento di tutte quelle misure strutturali e non strutturali in grado di aumentare la resilienza delle nostre città e dei nostri territori al rischio di frequenti e disastrose inondazioni (<http://www.crue-eranet.net/>).

In particolare si è occupato di mitigazione delle inondazioni in ambiente urbano il progetto "**Flood Risk Management in Small Urban Catchments**" finanziato nel corso del primo bando comune dalle risorse messe a disposizione dagli enti di ricerca componenti il partenariato della CRUE-ERANET. Le attività progettuali realizzate in collaborazione dalle università di Amburgo, Manchester, Sheffield, dal gruppo privato inglese BRE e dalla *Ecole nationale des Ponts et Chaussées* francese ha riguardato alcuni casi-studio condotti in alcune città tedesche, inglesi e francesi attraversate da fiumi e torrenti, evidenziando le buone pratiche per affrontare adeguatamente il rischio di inondazioni in piccoli bacini fortemente urbanizzati anche con misure non propriamente strutturali.



IWRM-NET, l'ERANET dedicata alla gestione della ricerca sulla gestione integrata delle risorse idriche ha contribuito con progetti co-finanziati dagli enti europei riuniti in consorzio allo studio di efficaci misure per la riduzione degli impatti del cambiamento climatico sulla disponibilità della risorsa idrica e all'approfondimento di tecniche e modelli per una gestione più sostenibile dell'acqua (<http://www.iwrM-net.eu/>).

Nel 2004 la Commissione europea ha istituito la piattaforma tecnologica sull'acqua WssTP (*Water supply and sanitation Technology Platform*) con lo scopo di promuovere la collaborazione e il coordinamento della ricerca e dello sviluppo tecnologico nel settore idrico industriale. Le attività della piattaforma tecnologica sull'acqua sono supportate da una vasta rete di industrie, gestori di reti idriche, università, enti di ricerca europei che insieme contribuiscono a specifici gruppi di lavoro sulle priorità della gestione dell'acqua di volta in volta individuate.

La crescente urbanizzazione è uno delle quattro sfide individuate per gli anni a venire nella *Strategic Research Agenda* della piattaforma tecnologica sull'acqua. documento reso disponibile nel 2006 nel sito dell'iniziativa comunitaria <http://www.wsstp.eu>. L'Agenda Strategica di Ricerca della WssTP che fissa le priorità di ricerca e sviluppo tecnologico per il settore idrico e descrive modalità e mezzi per affrontare adeguatamente tali temi, è stato poi rivisto ed aggiornato nel 2010. Nelle attività della piattaforma tecnologica sull'acqua è dato particolare rilievo alla gestione delle risorse idriche nelle aree urbane, in quanto ad una concentrazione di usi e di utenti non sempre corrisponde la necessaria disponibilità di acqua. La ricerca e l'innovazione nel settore idrico devono puntare perciò a ridurre la pressione ambientale sull'acqua provocata dai sempre più estesi agglomerati urbani. Inoltre, esse devono tener conto che i sistemi idrici urbani sono complessi e interagiscono con molti altri sistemi organizzati per la vita in città: trasporti, telecomunicazioni, piani edilizi ecc. Vi è quindi la necessità di mettere a punto strumenti di diagnosi, decisione e gestione che offrano valide soluzioni in tempo reale e che siano integrate di tutti i

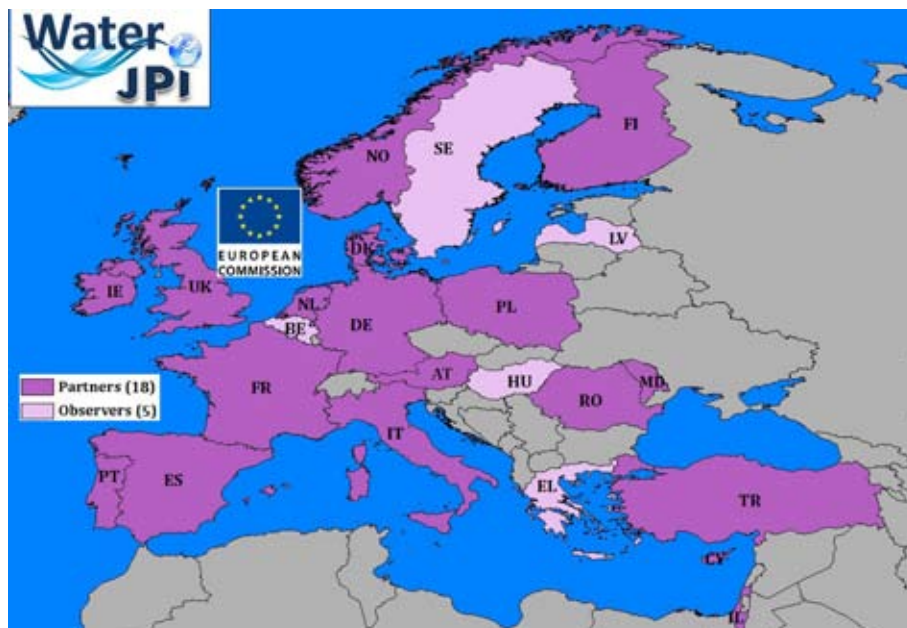
molteplici aspetti della pianificazione territoriale urbana. Un programma pilota della *WssTP* sulla gestione dei sistemi idrici urbani, redatto da diversi gruppi di lavoro che si sono rispettivamente occupati di inondazioni in ambiente urbano, di gestione delle infrastrutture, della ricerca di fonti alternative per la fornitura di acqua, di bilancio tra disponibilità e richiesta della risorsa idrica, di riuso di reflui e acque di scolo per la produzione di energia, di sensori per il monitoraggio, del trattamento dell'acqua e del controllo dell'inquinamento, ha fornito alla Commissione europea raccomandazioni utili per la definizione del programma di lavoro del VII Programma Quadro per la Ricerca e l'Innovazione e ha poi portato al finanziamento del progetto **PREPARED** (www.prepared-fp7.eu) nel giugno del 2009. Questo progetto che è iniziato nel febbraio 2010 e finirà nel gennaio 2014 coinvolge un buon numero di imprese che gestiscono il servizio idrico in alcune città europee che intendono prepararsi ad affrontare gli impatti del cambiamento climatico sui sistemi di distribuzione e collettamento dell'acqua, sviluppando tecnologie di adattamento e strumenti di supporto alle decisioni.

Il progetto che coinvolge oltre a numerosi enti di ricerca europei le *water utilities* di Arhus in Danimarca, di Barcellona, Berlino, Eindhoven nei Paesi Bassi, di Genova, di Gliwice in Polonia, di Istanbul, di Lisbona, di Lione, di Oslo, di Simferopol in Ucraina, del Galles e di una città degli Stati Uniti e di una in Australia, sviluppa tecnologie di adattamento al cambiamento climatico per la gestione delle risorse idriche nell'ambiente urbano e strumenti di supporto alle decisioni che si basano sulla gestione dell'acqua in tempo reale, così da poter fornire risposte rapide in caso di eventi idrologici estremi, limitare i danni e salvaguardare quanto più possibile il normale svolgimento del ciclo idrologico in città.

PREPARED è un progetto dimostrativo rivolto agli utenti finali dei servizi idrici e le attività di ricerca affrontano le necessità individuate dai gestori sul territorio. I risultati del progetto saranno utilizzati per la pianificazione e riorganizzazione dei sistemi idrici delle città che partecipano al progetto e condivisi con tutti gli attori del settore idrico in Europa.

"Realizzare sistemi idrici sostenibili e efficaci per lo sviluppo economico e sociale dell'Europa e del mondo", grazie ad un migliore coordinamento di politiche, strategie, programmi europei di ricerca e innovazione in un settore chiave per la società come è l'acqua, è invece la sfida affrontata dall'iniziativa di programmazione congiunta (JPI *Joint Programming Initiative*) **"Water challenges for a changing world"** approvata dal Consiglio Competitività nel dicembre 2011.

Figura 3 - Partenariato della Water JPI



La creazione di un fronte europeo efficiente nella gestione di questa importante sfida sulla tutela e gestione integrata delle risorse idriche è supportata dalla Commissione europea tramite il progetto WatEUR, azione di coordinamento e supporto finanziata dal VII PQ. Le principali attività di questa WATER JPI, che ha avuto il suo lancio ufficiale il 5 febbraio 2013, riguardano il finanziamento di progetti transnazionali congiunti e altre azioni svolte in comune dai partner, come la mappatura di tutte le iniziative di ricerca sull'acqua a livello europeo e la redazione di un programma di azioni strategiche di ricerca e innovazione sull'acqua. Per essere davvero efficaci queste attività devono essere inserite nel nucleo dei programmi nazionali, così da generare un'effettiva apertura alla cooperazione in Europa e nel mondo. La tutela e la gestione dell'acqua rappresentano infatti un impegno di grande rilevanza internazionale e l'iniziativa WATER JPI (www.waterjpi.eu) punta a stringere accordi di collaborazione con i maggiori attori della ricerca sull'acqua fuori dell'Europa, per programmare e lanciare attività coordinate di ricerca, innovazione e sviluppo; per mantenere la sostenibilità dell'ecosistema idrico; per garantire ai cittadini sistemi idrici sicuri ed efficienti; per accrescere la competitività dell'industria del settore idrico, per realizzare un sistema economico basato sulla sostenibilità ambientale delle risorse idriche e contribuire alla riduzione del divario tra disponibilità e richiesta di acqua.

Più recentemente, a seguito della Comunicazione della Commissione europea del 10 maggio 2012, è stato avviato un partenariato europeo di innovazione (**EIP European Innovation Partnership**) sull'acqua con lo scopo di accelerare l'adozione di soluzioni tecnologiche avanzate per la tutela e la gestione delle risorse idriche in Europa. Una parte del programma di lavoro è focalizzato sulla gestione dell'acqua nelle città e sulla necessità di dotarsi quanto prima di un approccio più integrato al ciclo idrologico nelle aree urbane con soluzioni innovative che coinvolgano tutti i possibili *stakeholders* (professionisti, cittadini, responsabili amministrativi) e siano focalizzate sul nesso acqua e energia, sull'efficienza degli usi domestici e industriali dell'acqua, sulla qualità della risorsa, sulle infrastrutture idriche, sugli usi a fini ricreativi, sulla salute pubblica e le tecnologie informatiche a supporto di una gestione più moderna ed efficiente dei sistemi idrici (<http://ec.europa.eu/environment/water/innovationpartnership/>).

Lo **Strategic Implementation Plan** della EIP sull'acqua è stato adottato a fine 2012 dopo la sua elaborazione da parte di una *Task Force* composta da rappresentanti di tutti gli Stati membri con lo scopo di produrre soluzioni innovative per le varie sfide che riguardano il settore dell'acqua in Europa e a livello mondiale, facendo sì che le soluzioni messe a punto contribuiscano alla crescita dell'economia e alla creazione di nuovi posti di lavoro. Le attività del programma si concentreranno sulle seguenti priorità: uso e riciclo dell'acqua, trattamento dell'acqua e dei reflui, l'uso dell'acqua ai fini della produzione di energia, la gestione del rischio e degli eventi idrologici estremi, i servizi eco sistemici, la *governance* dell'acqua, nuovi modelli di gestione e monitoraggio, la ricerca di finanziamenti per l'innovazione tecnologica del settore idrico. Nella scorsa primavera è stato lanciato il bando per la costituzione dei primi **Action Groups** incaricati di realizzare il programma di attuazione della EIP sull'acqua sulle diverse priorità individuate. I nove finora costituiti coinvolgono enti pubblici e privati, università e centri di ricerca, gestori e imprese.

4. CONCLUSIONI

Come chiaramente esplicitato nel **Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee**, la Commissione Europea ritiene urgente che gli Stati membri dell'Unione Europea si concentrino sulla crescita ecocompatibile e rendano più efficienti le risorse impiegate, ivi comprese le risorse idriche, al fine di superare in maniera sostenibile l'attuale crisi economica e ambientale, adattarsi ai cambiamenti climatici e aumentare la possibilità di rafforzare la competitività e la crescita del settore europeo dell'acqua. Il settore idrico comprende infatti 9 000 piccole e medie imprese attive e conta, nel solo comparto delle società di approvvigionamento idrico, 600 000 posti di lavoro diretti. La crescita ecocompatibile ha buone prospettive di sviluppo e crescita occupazionale anche in altri settori collegati al settore idrico (industrie che utilizzano

acqua, sviluppo di tecnologie in ambito idrico, ecc.), in cui l'innovazione può aumentare l'efficienza operativa. La ricerca a livello europeo ha raccolto la sfida e la comunità scientifica dell'acqua è impegnata per sviluppare e trasferire rapidamente agli enti gestori soluzioni che rendano sempre più vivibili le nostre città e ininfluenti le pressioni negative sulla disponibilità di acqua di buona qualità per gli usi potabili e civili.

Figura 4 - Sorgente San Bartolomeo (Foto Giuseppe Tranfaglia/ISPRA)



BIBLIOGRAFIA

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. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee del 22 dicembre 2000.

Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione. Gazzetta ufficiale delle Comunità europee del 6 novembre 2007.

Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, GU CE n. L 135 del 30/05/1991.

Direttiva 98/83/CE del Consiglio del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano G.U.C.E., n. L 330 del 05/12/1998.

Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio, "Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'unione europea", SEC(2007)993, SEC(2007)996.

Common Implementation Strategy Guidance N° 24 – "River Basin Management in a changing climate".

Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni "Blueprint to safeguard Europe's water resources" COM (2012) 673 final.

Articolo dell'Agenzia Europea dell'Ambiente "Water in the city" <http://www.eea.europa.eu/articles/water-in-the-city>.

Rapporto EEA "The European environment" State and Outlook 2010 Urban Environment ISBN 978-92-9313-151-7.

Rapporto EEA "Towards efficient use of water resources in Europe" Report No 1/2012 ISBN 978-92-9213-275-0.

Rapporto EEA "Urban adaptation to climate change in Europe" - Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies Report No.2/2012 ISSN 1725-9177.

Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni "TOWARDS JOINT PROGRAMMING IN RESEARCH: Working together to tackle common challenges more effectively" COM (2008) 486 final.

Vision document della JPI "Water challenges for a changing world" waterjpi.

European Commission Recommendation of 27 October 2011 on the research joint programming initiative "Water Challenges for a changing world" (2011/C 317/01).

Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Strategic Research Agenda della piattaforma tecnologica per l'acqua WssTP.

Regioni "On the European Innovation Partnership on water" COM (2012) 216 final.

Strategic Implementation Plan dell'European Innovation Partnership on Water eip-water.

CITTA' D'ACQUA: MATERA, BOLOGNA E MODENA

P. LUCCI, D. RUZZON

ISPRA, Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

ABSTRACT

Il presente contributo descrive il rapporto tra tessuto storico-urbano territoriale e sistema delle acque nelle città di Matera, Bologna e Modena. Il sistema storico-territoriale materano dove già in periodo Neolitico comparvero le prime forme insediative con pratiche di captazione delle acque utilizzate fino al secolo scorso e Matera formidabile esempio di architettura rupestre mediterranea che l'Unesco ha iscritto nel patrimonio dell'umanità dove un'endemica scarsità d'acqua ha portato ad un sistema di approvvigionamento idrico costituito da acquedotti, cunicoli e cisterne ipogee. I caratteri storico territoriali e antropici nelle città emiliane di Bologna e Modena, importanti centri urbani, economici e culturali europei dal Medioevo al XVIII secolo, grazie alle vie d'acqua, un complesso sistema di chiuse e canali artificiali che permetteva traffici commerciali con il Nord Europa e il Bacino del Mediterraneo.

Parole chiave: acqua, canali, cisterne, città, insediamenti, rete, vie d'acqua.

1. INTRODUZIONE

*"...Ieri la città era un mondo, oggi il mondo e' diventato una città'..."*²

La storia urbana, ritratto dell'identità collettiva e riferimento per il quadro conoscitivo ambientale e culturale di un territorio è testimone delle sue trasformazioni nel tempo. Se opportunamente valorizzata e indirizzata può concorrere all'individuazione di strumenti di pianificazione utili al futuro delle città. In particolare nel caso italiano, ove si ritrova una struttura territoriale straordinaria e densa, fatta di capitali, città e borghi anche piccolissimi con i caratteri della qualità più alta. Il concorso nella pianificazione di diverse discipline come storia, geografia, urbanistica, può guidare al meglio i processi di trasformazione e rispondere alla necessità della città contemporanea di riportare a sistema integrato il legame mai interrotto con il territorio che l'ha generata e rintracciare anche attraverso le vicende dello sviluppo urbano le modalità per un rinnovato codice progettuale. Il testo che segue è dedicato alle città di Matera, Bologna e Modena nel loro antico rapporto con l'acqua - la prima con il sistema di approvvigionamento sotterraneo, le altre due con la fitta rete di vie d'acqua oggi tombate - e scaturisce dai risultati del **Progetto A21L** di ISPRA che con la Sezione **"Matrici ambientali delle città"** studia la relazione tra ambiente naturale e caratteri fisico-costitutivi della storia urbana e territoriale delle maggiori realtà italiane³.

2 Cfr Lewis Mumford "Le città nella storia", Milano 1963.

3 Il **Progetto A21L** di ISPRA è rivolto all'analisi e raccolta dati su strumenti ed esperienze di pianificazione locale applicata alla tutela dell'ambiente ed ha realizzato **Filarete**, la **Banca Dati online sulla pianificazione locale sostenibile** (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/filarete>).

2. RACCOLTA DELLE ACQUE NEL SISTEMA STORICO TERRITORIALE MATERANO

2.1. Il sistema storico territoriale materano

La Murgia materana⁴, il vasto altopiano carsico posto all'estremità orientale della odierna Basilicata e la Gravina, il profondo solco calcareo che per quasi venti chilometri si sviluppa fino ai rialzi del Montescaglioso e sul cui fondo scorre l'omonimo affluente del Bradano, costituiscono il contesto territoriale ove si è sviluppata la città di Matera, una delle più straordinarie forme insediative del nostro Paese.

Matera nacque e si espanse intorno e all'interno di una grande rupe calcarea, il complesso dei **Sassi**, il Barisano a NO ed il Caveoso a SE, concretizzandosi in un formidabile esempio di architettura rupestre mediterranea che l'Unesco ha iscritto nel patrimonio dell'umanità⁵, con abitazioni ad una sola facciata scavate nella pietra ed un sistema di approvvigionamento idrico costituito da acquedotti, cunicoli e cisterne ipogee per sopperire alla endemica scarsità d'acqua, convogliare quella piovana e quella di condensazione.

È la particolare configurazione di questo territorio, calcareo, abitato sin dalla preistoria⁶ a stimolare dalla fase neolitica in avanti (si pensi anche alle tante attestazioni dell'età dei Metalli) la stabilità degli insediamenti, l'utilizzo di tecniche di scavo sempre più raffinate, una capacità di raccolta e conservazione sotterranea delle acque rimasta esemplare.

Figura 1- Giovan Battista Pacichelli, Rappresentazione della Città di Matera (1703)



4 Nel 1990 la Regione Basilicata ha istituito a protezione della Murgia, il Parco della Murgia Materana o Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri;

5 Nel 1993 l'UNESCO ha dichiarato i rioni Sassi di Matera Patrimonio Mondiale dell'Umanità e dal 2007 la definizione è stata ampliata in I Sassi ed il Parco delle Chiese Rupestri di Matera.

6 In tutta l'area del materano sono presenti importanti villaggi fortificati, grotte naturali sepolcrali, dolmen, tumuli risalenti al paleolitico e neolitico.

Figura 2 - Regione Storica della Lucania, Antica mappa, Anonimo



2.2. La città di Matera ed il sistema sotterraneo di canali e cisterne

L'origine di Matera sul versante destro della Gravina, va quindi ritrovata nelle fasi più antiche dell'antropizzazione, a partire dal VII millennio, nello sviluppo degli insediamenti umani rupestri delle società agricole e pastorali la cui evoluzione in comunità riporta alla storia dei primi popoli italici.

Il termine **Lucania**⁷, identificava una regione storica dell'Italia antica, più grande dell'attuale Basilicata⁸ e di riferimento all'identità sociale, economica e religiosa dei caratteri dei suoi lontani abitanti⁹, la *gens lucana*, il popolo italico di stirpe sannita e lingua osco-umbra.

D'altra parte è la storia urbana stessa di Matera ad identificarsi con l'evoluzione di un territorio dalle radici legate all'alba dell'uomo, all'utilizzo di grotte e cavità naturali per difendersi, sopravvivere e riprodursi. La straordinarietà dei suoi lontani abitatori sta certo nell'aver scavato la roccia per ricavare spazi abitabili ma soprattutto nell'aver saputo captare la risorsa primaria, l'acqua, intercettandola dall'alto della Murgia.

La provenienza è la più diversa, nulla viene trascurato, è acqua di pioggia, di drenaggio, di condensa e gli abitanti dei Sassi hanno conservato e trasmesso fino a noi queste tecniche di raccolta preistoriche. Le cisterne raccolgono acqua anche in assenza di pioggia, poiché captano capillarmente sia di giorno che di notte, utilizzando gli effetti dell'escursione termica.

Gli spazi di abitazione scavati obliquamente su diversi piani ipogei, tunnel del sottosuolo che mantengono una temperatura costante, ricavano la luce proprio attraverso il piano inclinato di imposta, ricevono calore solo in inverno quando c'è più bisogno ed i raggi del sole, più obliqui, riescono ad entrare in profondità.¹⁰

Se da questo passato remoto la storia della Lucania e di Matera si fonde con quella delle vicine e ricche colonie greche della costa, il territorio si scontrerà con il mondo romano e

7 Gli storici spiegano che il termine Lucania si presta a diversi significati etimologici: *leucos*, in lingua greca bianco, *luc*, in sanscrito lucente così come nel semita *luachan*. Nel latino *lucus* è invece nel significato di bosco sacro.

8 Il termine Basilicata ovvero terra del *basilicos* funzionario imperiale oppure dei *basilici* i libri della legislazione di Bisanzio, è di derivazione imperiale. La regione si chiamò Lucania fino al 1948;

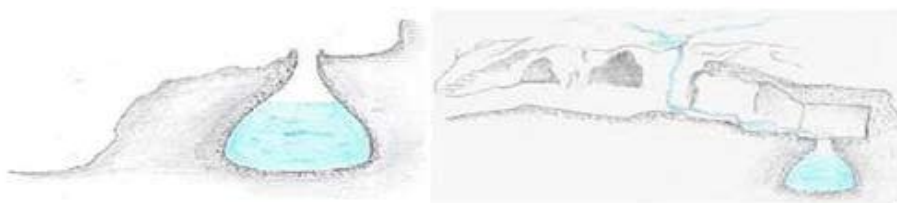
9 Aristotele descrive nella *Politica*, come primi abitatori della Lucania, gli Enotri, condotti dal loro re, Italo.

10 L'utilizzo di modalità similari è stato riscontrato nell'oriente mediterraneo ma anche nelle zone aride della Cina.

diventerà teatro di guerra nelle contese con Pirro prima e Annibale poi, dei quali la Lucania e Matera saranno alleate, per conseguire repressione e saccheggio e diventare poi solo terra di spopolamento e di attraversamento. La particolare conformazione del territorio verrà in aiuto al popolo sconfitto: con la decadenza e la fine dell'Impero Romano gli abitati si ripopolano ed il monachesimo di origine orientale che esalta questa forma di habitat, trasformerà le grotte della Gravina in un sistema di Chiese rupestri.

L'espansione urbana di Matera che si consolida attorno ai due Sassi si materializzerà in altre gallerie ipogee e corti a pozzo centrale, si incentrerà sulla nuova Cittadella¹¹ fortificata luogo fisico e simbolico dove nel XIII secolo si costituirà anche la Cattedrale.

Figura 3 - Sx Sezione di cisterna; Dx L'acqua convogliata nelle cisterne dentro le abitazioni



Fonte: Cfr sassi web.it.

Il sistema materano raggiunse un livello di tecnologia ed efficienza tale per cui dal punto di quota più alto della città si dipartivano due tracciati, l'uno destinato al Sasso Barisano, l'altro al Sasso Caveoso, con cisterne provviste di canalina per il troppo pieno, funzionanti col sistema dei vasi comunicanti e in grado proprio per questo di filtrare i detriti.

Matera rinascimentale è quindi una città fortificata con chiese e palazzi di grande pregio¹² importante nell'equilibrio territoriale di questa parte di Meridione.

Il riconoscimento arriva nel secolo XVII. In pieno dominio spagnolo, Matera un tempo gravitante nel territorio di Terra d'Otranto, diventerà il capoluogo della Regione Basilicata titolo che manterrà fino all'arrivo dei Bonaparte all'inizio dell'800.

Dalla fine del Seicento un lento ed inarrestabile declino della cultura ipogea insieme all'abbandono dei sistemi agricoli e pastorali arcaici attraversa nel profondo il territorio e la città: i simboli del potere ecclesiastico e temporale si spostano in aree di più facile accessibilità, destinando all'oblio quel sistema sociale e culturale.

Il XIX secolo è segnato da una nuova fase di difficoltà e incertezza, la cultura dei Sassi si trasforma in una sorta di ghetto contadino dove la difficoltà delle condizioni sociali, compresa la densità abitativa, si rappresentano nella frantumazione delle unità residenziali che vanno ad utilizzare anche gli ambienti originariamente adibiti a cisterne e depositi.

Inoltre proprio negli anni dell'Unità d'Italia si riapreva spinosa e irrisolta la questione delle lotte contadine per le terre demaniali, confiscate ai nobili e alla chiesa¹³.

11 È una vera e propria fortezza, affacciato sul dirupo della Gravina in posizione praticamente inespugnabile. In una antica cronaca, E.Verricelli informa che le torri lungo le mura dovevano essere sei, fatte edificare nell'XIsec da un capitano Metello, vincitore sui Saraceni.

12 Citiamo tra gli altri il Palazzo Firrao-Giudicepietro di fine '400, Palazzo Lanfranchi, il più importante edificio del '600 materano, il Castello Tramontano.

13 Le vicende furono corredate anche da gravi fatti di sangue.

Gli anni del fascismo riportano in un certo senso i Sassi alla ribalta. In linea con le operazioni di sventramento e “risanamento” urbano e di riassetto viario in voga in quegli anni, vengono focalizzati una serie di interventi che purtroppo avranno un esito distruttivo per il delicato tessuto urbano e sociale di Matera che perderà la sua integrità, fino ad allora pressoché inviolata.

Danni irreversibili subirà proprio il sistema idrico di raccolta sotterranea con la distruzione della rete capillare antica.

Il secondo dopoguerra si apre per Matera con il grande spopolamento delle campagne ed il conseguente sovrappopolamento dell'abitato dei Sassi, che ancora in quegli anni si identificavano con la città tutta.

Ogni spazio, compresi spesso anche quelli più rilevanti, viene sovraccaricato, sconvolte le unità d'uso “...divengono abitazioni le grotte deposito, le cavità per gli animali, gli orti e le stesse cisterne. La trasformazione in ambienti domestici di quest'ultime elimina il simbolo stesso della genialità storica dei Sassi...”¹⁴

Il resto è in fondo storia recente: i Sassi definiti “**vergogna nazionale**” nel primo dopoguerra subiscono dopo la legge speciale del 1952 un'opera di svuotamento che interesserà circa 3000 abitazioni e che percorrerà l'arco di un ventennio. Ma quella di Matera è comunque una storia a lieto fine. Oggi è Città candidata a Capitale della Cultura Europea 2019 e finalmente nel 1993 l'UNESCO ha dichiarato i Sassi Patrimonio Mondiale dell'Umanità, utilizzando per la prima volta nelle motivazioni quel concetto di **Paesaggio Culturale** tanto utilizzato in seguito sia in termini di metodo di studio che nel senso pragmatico della progettazione e che ci ricongiunge ai presupposti della nostra breve incursione in questo territorio che può a giusta ragione e per un'infinità di motivi rappresentare il mondo mediterraneo tutto.

3. CITTÀ D'ACQUA DELL'EMILIA: BOLOGNA

3.1. Bologna città dei canali

Ad osservare una carta di Bologna, magari una di quelle bellissime antiche, si osserva come nessun fiume l'attraversi, eppure nonostante questa sua localizzazione “diversa”, i bolognesi vollero comunque costruirsi una via sicura verso il mare.

Città nevralgica fin dalla sua storia remota, sorta in un territorio che ci riporta alle fasi villanoviane dell'antropizzazione, l'origine di Bologna si vuole avvolta nella leggenda.

Quel che è certo è che nacque sulla linea delle risorgive, si enucleò intorno al torrente Aposa e che venne chiamata Felsina dagli Etruschi che forse la fondarono. Colonia romana alla fine del II secolo a.C. con il nome di Bononia¹⁵, il suo territorio divenne campo di battaglia durante la decadenza dell'Impero. Alla lunga dominazione longobarda seguì l'inserimento nel Regno d'Italia di Berengario nel X secolo. E' di quel tempo, a seguito dell'abbandono e dell'imperversare di alluvioni che si erano susseguite a partire dal tardo impero, il rovinoso evento della rotta di Ficarolo (1152)¹⁶ che modificò il corso principale del Po, sconvolse l'equilibrio idraulico della pianura padana, dissestò un territorio già paludoso e malsano. D'altra parte è la posizione geografica di Bologna, nata ai piedi dell'Appennino tosco-emiliano ed ai margini meridionali della Pianura padana, con un dislivello da nord a sud a favorire il rapido passaggio delle acque

14 Laureano P., 1993, *Giardini di pietra, i Sassi di Matera e la civiltà mediterranea*.

15 Al periodo romano risale il primo acquedotto sotterraneo della città che prende acqua dal fiume Setta e rimase attivo fino al medioevo. L'acqua veniva fatta decantare in una cisterna e da qui distribuita alle fontane e alle terme

16 In età romana la foce del Po era localizzata molto più a sud a pochi chilometri da Ravenna.

Figura 4 - Pianta di Bologna - Affresco del 1575



Fonte: Roma, Palazzi Vaticani

Bologna nata intorno alle terre emerse del torrente Aposa oggi quasi completamente interrato, ha mantenuto pressochè intatto il proprio tessuto urbano entro la cerchia di mura del XIV secolo.

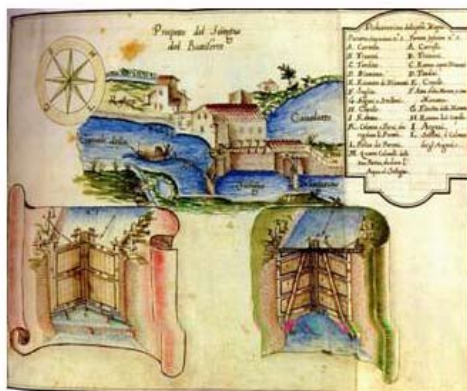
Nonostante gli sventramenti del XIX secolo e le distruzioni dell'ultima guerra è, insieme a Venezia, tra le più integre delle grandi città italiane.

La forte morfologia del suo impianto governa anche dal punto di vista percettivo le singole opere architettoniche.

3.2 Il sistema idraulico bolognese

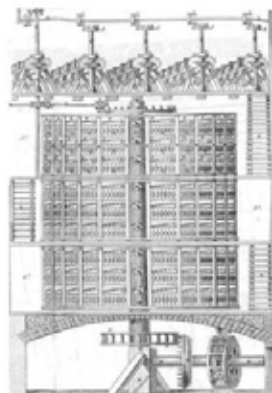
Un'imponente opera di riassetto portò gradualmente Bologna a dotarsi di una rete idrica artificiale che, dal XII al XVII secolo la rese uno dei più importanti centri economici e culturali europei, vuoi per la sua Università ma anche per lo sviluppo di strutture proto-industriali come quella dell'arte della lana e della seta.

Figura 5- La chiusa del Battiferro, disegno (XVI secolo)



Fonte: Bologna - Biblioteca comunale

Figura 6-Telaio alla bolognese

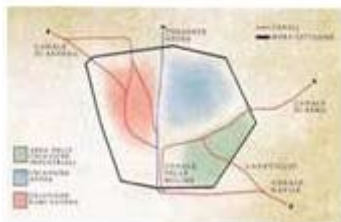


In particolare la lavorazione della seta era basata su un accorto utilizzo della risorsa acqua e del sistema idraulico artificiale di cui la città si era nel frattempo dotata e di quei mulini da seta "alla bolognese" (v.fig.6) che furono tra le più alte espressioni della tecnologia europea del tempo¹⁷,

17 Ad un prototipo utilizzato a Lucca i bolognesi applicarono la ruota idraulica cosicchè filatoi di piccole dimensioni si trasformarono in mulini da seta facilmente collocabili in una stanza, con edifici a più piani ove lavoravano diversi operai, l'aumento dei ritmi produttivi, la garanzia di una migliore qualità del filato.

complice una sapiente organizzazione produttiva grazie a cui i filati venivano esportati in tutta Europa. Coordinamento, controllo e motore dell'intero ciclo produttivo una efficiente classe di mercanti-imprenditori.

Figura 7 - " L'organismo" idraulico nell'area urbana di Bologna (secc. XVI-XIX)



Pur se oggi difficilmente percepibile, la fitta rete di canali artificiali che scorre ancora sotto Bologna la rende a piena ragione una città d'acqua. Bologna, un tempo definita la "Venezia del Centro", attraversata dal torrente Aposa, il cui attuale percorso urbano coincide con l'alveo naturale, possiede fin dal XII secolo una fitta rete di canali artificiali derivati, tramite chiuse, dai fiumi Reno e Savena.

Un complesso sistema di chiuse, canali e chiaviche costituì quindi la prima infrastruttura industriale di Bologna: vie d'acqua come il Navile furono per circa 7 secoli rotte di comunicazione rapide e sicure tra la città e il Nord Adriatico, fino a Venezia e di lì al Nord Europa o al bacino del Mediterraneo. Quella di **Bologna marinara** fu storia gloriosa, la sua flotta era stata anche in grado di battere Venezia nella battaglia navale alla Polesella sul Po di Primaro¹⁸ nel 1271.

I canali, *Autostrada d'acqua*, come furono definiti: il **Savena**, del XII secolo, scorreva dove oggi è la via Castiglione in centro città, alimentato dall'omonimo fiume, forniva energia idraulica per le macine da grano e acqua per il fossato posto all'esterno della cerchia muraria. Il **Canale Reno**, anch'esso tombato negli anni '50 del novecento, generato dalla grande chiusa sul fiume omonimo a Casalecchio disegnata dall'architetto Vignola¹⁹ e considerata uno dei capolavori dell'idraulica del tempo²⁰, ha costituito fino al tardo '800 la più importante infrastruttura per l'energia industriale. Scorreva dove sono le attuali via Grada e via riva di Reno, dividendosi poi in due: il **Canale delle Moline** e il **Canale Cavaticcio** di servizio al **porto Navile** ancora visibile all'inizio del XX secolo, capace di assicurare efficaci collegamenti al Mare Adriatico attraverso il Po di Primaro. Il sistema di **Chiaviche** scoperte o sotterranee assicurava poi la distribuzione dell'acqua, alimentava i vari mulini della città e muoveva le ruote negli scantinati.

L'Acquedotto Romano, probabilmente di età augustea, partiva dal fiume Setta, si snodava per 18 Km tutto in cunicolo, rinforzato con opere murarie e intonacato, gettandosi nella grande cisterna della valle del Ravone da dove avveniva la distribuzione. Funzionò fino all'alto Medioevo quando, cessate in seguito alle invasioni barbariche le opere di controllo e manutenzione, alcune frane otturarono il cunicolo. Solo alla fine del XIX secolo le opere di ripristino lo resero di nuovo funzionante ed oggi alimenta le fontane di piazza Maggiore.

Il XIX secolo si apre con una profonda crisi di deindustrializzazione: Bologna, la più importante città dello Stato Pontificio dopo Roma assiste al declino dell'industria della seta e della canapa e ad una destinazione agricola del territorio con la costruzione della strada verso Ferrara allorquando l'*autostrada d'acqua* perse ragione di essere.

Solo intorno alla metà dell'Ottocento è il recupero e la conferma dell'antica vocazione industriale del territorio con la nascita delle nuove scuole tecniche e delle prime aziende meccaniche, un processo di ricostruzione che verrà realizzato totalmente già dal primo '900.

Sul piano urbanistico l'ingresso nell'Italia unita va parallelamente al riassetto del centro antico con importanti demolizioni e costruzioni, i Giardini Margherita, il Teatro Duse, gli edifici della Banca

18 L'esercito bolognese, al comando del generale Lanfranco Malucelli, sconfisse quello veneziano, guidato dal nipote del Doge, Iacopo Contarini. Con questa vittoria, Bologna ottenne dazi favorevoli e commercio privilegiato.

19 Jacopo Barozzi, detto Il Vignola (1507/1573), fu forse il più importante architetto italiano del tardo rinascimento nella fase del manierismo.

20 È tra le più grandi dighe in muratura mai realizzate senza l'utilizzo di cemento armato.

d'Italia e della Cassa di Risparmio, i nuovi assi viari, le vie Indipendenza, Farini e Garibaldi. Il piano di ampliamento della città oltre la cinta muraria infine (1881-89), con l'abbattimento della stessa, ne ha mutato notevolmente l'immagine e condizionato lo sviluppo fino al II conflitto mondiale²¹. I bombardamenti aerei del 1943-45 danneggiavano gravemente gran parte del patrimonio edilizio bolognese e l'opera di ripristino culmina nel 1948 con il Piano di ricostruzione e con il Nuovo Piano regolatore del 1955 che nelle aree più bombardate prevede sventramenti e rettificazioni.

Nel frattempo il **sistema dei canali** conosce il colpo decisivo nel 1948, quando la navigazione venne definitivamente soppressa e la rete idraulica progressivamente interrata.

Negli ultimi anni l'Amministrazione ha svolto una pregevole opera di recupero e valorizzazione, con il ripristino di strutture e percorsi.

Quindi se in superficie la presenza dei canali è testimoniata da una inequivocabile toponomastica (Vie del Porto, Riva Reno, Val D'Aposa, Via delle Moline, Via Savenella...) e da poche bellissime prospettive, la Bologna sotterranea conserva un cuore d'acqua con approdi, chiuse e antiche vestigia accessibile a piedi, in bici e perfino in gommone.

4. CITTA' D'ACQUA DELL'EMILIA: MODENA

4.1. Modena ambiente e territorio

Modena è città strategica di pianura. Gli etruschi che la fondarono ai piedi dell'Appennino²² la chiamarono Mutina²³. Nacque tra i fiumi Secchia e Panaro che la cingono senza attraversarla e si sviluppò a dominio delle principali vie di accesso ai passi appenninici in una regione di colmata, ricca di acque superficiali e sotterranee, antropizzata sin dal Paleolitico e, in piena età del bronzo, importante sede di insediamento terramaricolo²⁴.

Il territorio si presentava come una vasta area acquitrinosa soggetta ad impaludamenti e mutamenti secondo il clima, tanto che già in età etrusca erano iniziate le prime opere di bonifica idraulica attraverso canalizzazioni²⁵.

La città, assoggettata ai Galli Boi²⁶ fu, dal 183 a.C. solidissima colonia romana, uno dei centri cruciali per il commercio con il settentrione, soprattutto grazie alla ricca rete di canali navigabili che la collegava al Po e al Mare Adriatico.

In età repubblicana, per Modena la costruzione della via Aemilia nel 187 a.C.²⁷, la consolare che univa in linea retta Rimini con Piacenza ed il confine tra il mondo Italico e l'Europa continentale, insieme ad un assetto idraulico formidabile con i due fiumi che la circondavano, gli acquitrini, i fossati che la rendevano praticamente inattaccabile, furono i capisaldi della raggiunta floridezza. In età imperiale la sua nomina a Municipio confermò il prestigio raggiunto.

21 Solo una serie di circostanze fortunate ha visto salve quasi tutte le antiche porte bolognesi.

22 La datazione della colonizzazione etrusca della Pianura padana è del VI sec. a.C.

23 Alla base è la radice MUT, luogo rialzato.

24 Le "terrarmare" villaggi di pianura con funzione di deposito e partenza delle merci (ca 1650-1150 a.C.), rinvenibili in Emilia, Mantova, Verona, al centro dei commerci lungo la via delle Alpi, in direzione del Po, e poi l'Adriatico e il Mar Baltico, il Mediterraneo orientale, l'Egeo.

25 Gli Etruschi sono noti per la grande abilità tecnica che avevano nella gestione delle acque, appare probabile che possano aver in qualche modo ereditato la tecnica della canalizzazione delle acque dai terramaricoli che furono i primi a praticarla.

26 Popolazione celtica dell'età del Ferro.

27 Importantissimo asse commerciale il cui tracciato odierno non sempre coincide con quello originario, realizzato dal console Emilio Lepido. Il suo punto di partenza Rimini, coincideva con quello di arrivo della consolare Flaminia.

Figura 8 - Veduta della città di Modena, incisione, F. Zucchi (1692-1764)



Fonte: <http://www.ideararemaps.com>

A riprova, una forte espansione urbanistica accompagnata dalla costruzione di una potente cinta muraria, che si arresterà solo con la fine di Roma e a cui fecero da corollario da un lato le drammatiche conseguenze delle invasioni barbariche tra il V e IX secolo, dall'altro le violente inondazioni che determinarono la decadenza e l'abbandono delle terre modenesi.

Modena medievale affronta un lungo processo di ricostruzione, intorno all'XI secolo prende avvio la bonifica delle terre ammalorate²⁸, il riassetto della rete idraulica, dei villaggi fortificati. La città si abbellisce della Cattedrale attorno alla quale si formano gli isolati che rispecchiano la configurazione della rete dei canali, la piazza Grande, la torre della Ghirlandina, una nuova cinta muraria, il Palazzo Comunale. Nella complessità delle vicende medievali italiane, a Modena il potere sperimenta le diverse forme, dall'autonomia comunale, alla repubblica. Gli Este²⁹ vi si insedieranno alla fine del duecento per rimanervi in modo pressoché continuativo sino alla fine del Settecento. Del pieno rinascimento è l'ultimazione della forma urbis con l'ampliamento verso nord definito "addizione erculea"³⁰ e la costruzione della nuova cinta di mura che peraltro sarà l'ultima. La Modena del XVI secolo è una città ricca, che trae dall'acqua l'energia per un sistema produttivo attivissimo e multiforme, ancora vitale ai giorni nostri.

Gli Este la faranno capitale del proprio ducato con il breve interludio dell'epopea napoleonica ed il successivo risveglio di quegli ideali unitari che nel nostro Paese, in poco tempo avrebbero portato ai moti risorgimentali. I modenesi ne furono parte integrante con un esempio su tutti quello del patriota *Ciro Menotti*³¹. Di lì a poco nel 1860 la città si esprimerà in plebiscito per entrare a far parte del Regno d'Italia.

4.2 Le vie d'acqua a Modena

Basta passeggiare per le strade di Modena per accorgersi dai toponimi quanto vitale sia stato il suo rapporto con i canali.

28 La bonifica nata dalla necessità dell'uomo di adattare il territorio alle proprie esigenze è oggetto di nuova sensibilità ambientale in quanto alterazione del paesaggio, con paludi e acquitrini riconosciuti ecosistemi da preservare.

29 Famiglia principesca italiana, le cui origini si riconducono ad Azzo Obertenghi (circa 996-1097). Si estinsero nel 1875.

30 Il riferimento è all'ampliamento voluto dal duca Ercole d'Este (1431-1505) duca di Ferrara. Uomo del Rinascimento e mecenate.

31 *Ciro Menotti* (1798-1831) patriota modenese, organizzatore nel 1831 di una sollevazione popolare contro i duchi Este-Asburgo. Imprigionato venne condannato a morte per impiccagione.

Un sistema idraulico quello modenese sostanzialmente suddiviso in due corpi principali, le canalizzazioni che derivavano dai fiumi Secchia e Panaro, o *acque torbide* e quelle provenienti da sorgive, o *acque chiare*. Tutto però andava a convergere nel grande bacino collettore della **Casa delle Acque**, che realizzato sotto il Palazzo d'Este, ne costituiva la difesa, alimentando anche il fossato perimetrale urbano.

Figura 9 - L'ingresso della Porta del Castello a Modena (Il Porto), Guglielmo Silvestri, Parma 1790



Fonte: Milena Bertacchini in "Le vie d'acqua modenesi: rete di canali, rete di saperi."

Dalla Casa delle Acque nasceva il Naviglio o canale delle Navi e che, scavato intorno all'XI secolo come base di partenza dei traffici verso la Bassa, Ferrara, Venezia e l'Oriente e completamente navigabile fino al Po, entrava in città dalla via Saragozza.

Il **Canal Grande** o **Naviglio** è infatti il più celebrato, derivato dal Panaro, di acque torbide, è espressione della grande bonifica medievale, venne interrato nel 1858, alla vigilia dell'annessione del ducato di Modena al regno di Sardegna. Il suo letto occupava l'attuale **Corso Canal Grande**, la più ampia via del centro di Modena³², un largo viale su cui prospettano importanti edifici del XVIII secolo.

Il **Porto** di *Modena città d'acqua* fu attivato dagli Este nella prima metà del Seicento successivamente alla copertura del canale Naviglio. Antiche cartografie mostrano l'impianto del suo bacino che insisteva dove oggi è il corso Vittorio Emanuele II, del quale la documentazione fotografica comprova l'apertura nella seconda metà dell'ottocento.

Ad un sistema idraulico così efficiente corrispose una organizzazione territoriale straordinaria: mulini, filande, fucine, concerie, frantoi a testimoniare l'operosità di un popolo fortemente compenetrato con la sua terra.

32 Il Corso Canalgrande costituiva il percorso ufficiale della corte estense e delle sfilate carnevalesche.

BIBLIOGRAFIA

- Altamore G., 2008, L'acqua nella storia, Sugarco Edizioni srl, Milano.
- Astengo G., 1966, voce Urbanistica in Enciclopedia Universale dell'Arte, vol.XIV, Sansoni, Venezia.
- Bevilacqua P., 1993, Breve storia dell'Italia meridionale, Donzelli, Roma.
- Bevilacqua P., 2000, Tra natura e storia, Donzelli Editore, Roma.
- Cencini C., 1996, Emilia Romagna, una regione in transizione, Pàtron, Bologna.
- De Martino E., 2008, Morte e pianto rituale nel mondo antico, Bollati-Boringhieri, Torino.
- Greppi C., 1989, La geografia del Rinascimento, Edizioni Panini, Modena
- Guidoni E., 1992, L'arte di progettare le città. Italia e Mediterraneo dal Medioevo al Settecento, Editore Kappa, Roma.
- Insolara I., 1980, Le città nella storia d'Italia, Laterza, Roma.
- Laureano P., 1993, Giardini di pietra, i Sassi di Matera e la civiltà mediterranea, Bollati Boringhieri, Torino.
- Levi C., 2010, Cristo si è fermato a Eboli, Einaudi, Milano
- Mazzeri C., 2003, Le città sostenibili. Storia, natura, ambiente. Un percorso di ricerca, Franco Angeli, Roma
- Morelli M., 1967, Itinerari Lucani, Montemurro,
- Morelli P., 1996, Basilicata, REDA, Roma.
- Morini M., 1963, Atlante di Storia dell'Urbanistica, Hoepli, Milano
- Mumford L., 1994, La città nella storia, Bompiani, Milano.
- Petrella M., Santini C., Torresani S., 2006, Geografie di un territorio: studi e ricerche per un dizionario storico dei cartografi in Emilia Romagna, Pàtron, Bologna.
- Racioppi G., 1889, Storia dei popoli della Lucania e della Basilicata, Loescher, Roma.
- Sale K., 1991, Le ragioni della natura, Eleuthera, Milano.
- Secchi B., 2000, Prima lezione di Urbanistica, Laterza, Bari.
- Teti V., 2003, Storia dell'acqua, Donzelli Edizioni srl. Milano.
- Tropeano M., 1992, Aspetti geologici e geomorfologici della Gravina di Matera "Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano", Itinerari Speleologici, Nuova Editrice Apulia, Bari.
- Varni A (a cura di), 1999, Storia dell'ambiente in Italia tra Ottocento e Novecento, Il Mulino, Bologna.
- www.comune.bologna.it
- www.ciomune.matera.it
- www.comune.modena.it
- www.provincia.bologna.it
- www.provincia.matera.it
- www.provincia.modena.it
- www.parcomurgia.it/
- www.parks.it/parco.chiese.rupestri.materano
- www.treccani.it/
- www.cittasostenibile.it/
- www.sassikult.it
- http://www.anticaluania.it/
- www.ideareamaps.com
- www.storiaefuturo.com

ASPETTI CULTURALI E ANTICA CIVILTÀ DELL'ACQUA NEL MAR MEDITERRANEO

M. AVERSA¹, A. SCARFONE²

¹ ISPRA, Dipartimento tutela acque interne e marine

² Borsista presso ISPRA

ABSTRACT

L'acqua è una componente arcaica della cultura umana. Nel Bacino del Mediterraneo il ruolo svolto dalle tecnologie dell'impero romano è stato fondamentale e strategico per la diffusione e l'implementazione nell'impiego dell'uso dell'acqua nelle aree urbane. Le antiche metodologie utilizzate per il trasporto della "risorsa acqua" verso le città ed il suo prezioso immagazzinamento hanno rappresentato gli elementi ingegneristici basilari per lo sviluppo della scienza nella costruzione delle dighe.

Parole chiave: acquedotti, ninfe, dighe, civiltà dell'acqua.

1. INTRODUZIONE

La presenza localizzata e l'uso pubblico delle acque, sia che si tratti di sorgive potabili, di lacuali oppure fluviali irrigabili, hanno senza dubbio favorito la nascita e la successiva espansione delle prime aggregazioni organizzate umane, e questo di solito sempre vicino a specifiche ed accessibili aree di emungimento o di captazione, aspetto che ne ha favorito proprio su più o meno vasti ma definiti territori geografici, la costituzione ed il successivo sviluppo dell'insediamento strutturato urbano.

Quest'ultimo fattore ha pertanto dato il via al progresso di tecniche funzionali di captazione e di razionale approvigionamento delle acque stesse, per una loro specifica utilizzazione nell'agglomerato cittadino ed il loro articolato trasferimento per la sempre più vasta e capillare pubblica distribuzione agli abitanti.

L'attenta ricerca di fonti strategiche di rifornimento ed il fortunato successo nella loro individuazione e nella capacità di trasferimento della risorsa fluida stessa è da mettersi in relazione all'aumentato esponenziale uso pubblico. Su questo particolare aspetto si sono espresse politiche vincenti e cruciali per i popoli e le loro complesse culture fin dall'antichità.

Ne è dimostrazione tutta la storia dell'uso razionale delle acque potabili e di quelle per l'irrigazione agricola in tutto il Bacino del Mediterraneo.

2. L'ACQUA COME FONTE DI VITA E POTERE

Non v'è Civiltà Mediterranea che non debba la sua potenza, la sua diffusione, il suo sviluppo culturale proprio all'uso razionale ed intelligente delle acque disponibili nelle terre di competenza idraulica. Nel merito si pensi, ad esempio, a tutte quelle popolazioni abitanti i vasti territori appartenenti all'antichissima "Terra tra i due fiumi", la Mesopotamia, con i suoi Tigri ed Eufrate o al ruolo svolto dal possente Fiume Nilo con le sue cicliche fertili inondazioni nel condizionare la Civiltà egizia e la sua "cultura idraulica" nella gestione dei territori fluviali.

Lo sviluppo delle tecnologie di trasferimento idrico, sintetizzabili nella raffinata ed arguta politica in materia di gestione, prima delle acque reflue urbane comprensiva della loro sistemazione e, successivamente, di avveduta ingegneria di adduzione attraverso gli acquedotti realizzati dai Romani, opere per il trasporto di buone acque sorgive soprattutto in età imperiale, farà sviluppare una nuova "cultura politica dell'uso dell'acqua potabile", come elemento questo di benessere fisico collettivo, di qualità della vita e di salute pubblica e quindi di confermato "consenso politico popolare" alla stessa figura di potere istituzionale ed alla sua riconosciuta, conclamata affermazione per via proprio della realizzazione dell'opera idraulica, spesso colossale, del suo inequivocabile e certo tangibile "beneficio pubblico".

È questo infatti l'elemento culturale vincente per la diffusione di un "modus vivendi", un sistema dell'abitare e dell'essere "cittadini romani" che fa efficacemente imporre, radicandola, oltre che con la forza delle armi e del diritto, su territori sempre più vasti del bacino mediterraneo e non solo (più in generale nel continente europeo), quella che va sotto il nome, da tutti storicamente riconosciuta, di potenza della Civiltà Romana, ampia organizzazione ecumenica la quale coincide dunque con una equivalente, ben radicata ed attestata, trionfante "Civiltà dell'Acqua".

Al taglio barbarico degli acquedotti nella Roma post imperiale corrisponde il crollo stesso dell'Impero Romano e con esso dell'uso abbondante delle acque nel territorio cittadino, comprensivo di quello quotidiano delle terme, non solo inteso come stato sociale, ma soprattutto come stato di appartenenza alla stessa romanità ed ai suoi raffinati costumi.

Una pagina a parte andrebbe aperta sull'aspetto sacrale delle sorgenti termali, legate queste al vulcanismo secondario attivo esistente all'interno e nei dintorni anche della Roma delle origini, aspetto che ha reso il concetto di inviolabilità delle sorgenti legato a miti ancestrali. Si pensi alle divinità venerate come le numerosissime *ninfae* delle sorgenti o come la stessa dea Diana, celata tra la vegetazione dei misteriosi *lucus*, aree boschive cultuali obbligatoriamente, pubblicamente e collettivamente rispettate.

Ricordiamo a tal proposito, per singolari modificazioni geoambientali intervenute, l'antico complesso termale sul ramo occidentale della Via consolare Flaminia, *Carsulae*, le cui acque, miracolosamente curative, erano sosta obbligata per le truppe di ritorno dalle campagne belliche dei Romani. Probabilmente l'uso delle "fonti sacre" nel complesso termale rappresentavano una conclamata devozione ed una particolare venerazione ai due potenti "gemelli divini", i Dioscuri. Non è un caso che le preziose sorgenti della attigua cittadina medievale umbra di San Gemini (TR) siano ancor oggi molto conosciute peraltro per le loro famose proprietà oligominerali.

Non occorre soffermarci sulle archeologie italiche della captazione e del trasferimento perché basta ricordare che trattasi di cultura mediterranea antichissima la quale passa peraltro attraverso i Persiani e le loro tecniche di canalizzazione all'interno degli stessi rilievi montuosi attraversati. In particolare, il trasporto idrico asiatico, utilizzante la tecnica dei *kanat*, geniali cunicoli scavati a mano e dotati addirittura di sfiatatoio (la parola occidentale canale deriva etimologicamente dall'arcaico termine mesopotamico), è di fatto l'espressione di una lontana cultura idrica ed idraulica che passerà successivamente per le emuli maestranze tecniche etrusche le quali, in questo, facevano nondimeno invidia per la loro sapienza sulla gestione delle acque agli emergenti popoli latini. Ricordiamo, per dovere, gli antichissimi sacri cunicoli artificiali costruiti con tecnica simile, cavità perforate ancora esistenti e coincidenti con il corso attuale degli emissari dei laghi craterici di Albano e di Nemi alle porte della capitale.

Ma è nell'ingegneria degli sbarramenti e soprattutto delle dighe che i Romani diventano un punto di riferimento scientifico e tecnologico insuperato nell'antichità, degno senza dubbio di nota, capace di segnare un nuovo percorso ed un nuovo destino nella cultura della "gestione delle acque", del loro immagazzinamento e successivo trasporto nelle città nonché nella loro capillare distribuzione nel tessuto urbano.

In età imperiale, assiduamente sempre alla ricerca di nuove fonti di approwigionamento di acque potabili di alta qualità nel *Latium*, il Lazio, essi individuarono nelle pulite e fresche acque dell'alta valle dell'*Anio*, l'*Aniene*, un sacro affluente del *Deus Tiber*, il Tevere dell'*Urbs*, una risorsa costante e ben utilizzabile per le crescenti necessità della Roma già allora in continua, vertiginosa espansione demografica ed urbanistica.

Infatti, dall'Aniene dunque aveva origine nell'antichità, uno dei tanti acquedotti imperiali cittadini, il famoso *Anio Novus*, possente e rivoluzionario per un suo sbarramento a monte, opera di captazione e di trasporto la quale giungeva direttamente dentro il cuore di Roma, ramificandosi nella distribuzione pubblica. Si pensi all'articolato sistema usato nell'antichità per la condotta in tubi delle acque; le *fistolae*, le quali, di vario diametro, erano in pratico modellabile piombo presso i Romani per il trasporto diretto e soddisfazione delle esigenze patrizie nelle *domus*.

La decadenza della città, come ricordato, coincide con l'impossibilità di utilizzazione e ripristino delle opere interrotte di adduzione urbana, venendo conseguentemente così meno la stessa cultura ingegneristica idraulica romana che tanto aveva luminosamente brillato.

In Italia, durante il periodo medioevale, la scarsità in disponibilità cittadina di acqua potabile e la mancanza quindi di un'adeguata rete distributiva faranno alquanto diminuire la sensibilità idrica necessaria e la sua concretezza operativa nella realizzazione delle opere idrauliche necessarie. Tutto questo dolorosamente accade poiché il passato tecnico romano e la sua eredità culturale era, di fatto, praticamente collassata.

Si dovrà dunque attendere che una "nuova cultura" ed un accenno di "consapevolezza ambientale" si affacci all'orizzonte. A proposito di acque, non possiamo non citare le soavi parole francescane di quei tempi che ancor oggi risuonano vibranti e dense di profondi significati estraendole dal loro originario mistico Cantico delle Creature.

Laudato si' mi' Signore per sor'acqua, la quale è multo utile et umile et pretiosa et casta.

Invero, il sistema di canalizzazione delle acque e di urbanizzazione di città e territori evolve ed è questo legato storicamente alle forme di governo italico di allora.

Infatti, "Città dell'Acqua", come Siena, con la sua ammirevole rete di circa 25 km di cisterne, gallerie e canali urbani tre-quattrocenteschi, denominati "bottini", emergono urbanisticamente radiose, facendo spiccare nell'innovativo elemento culturale di governo idrico della cittadina toscana, l'uso eco - efficiente e razionale della risorsa fluida.

"[...] L'acqua è infra li quattro elementi il secondo men greve, e di seconda volubilità; questa non ha mai quiete, insinoché si congiungne al suo marittimo elemento dove, non essendo molestata dai venti, si stabilisce e riposa con la sua superficie uquidistante dal centro del mondo. Questa è l'aumento e omore di tutti li vitali corpi. Nessuna cosa sublunare senza lei ritiene in sé la propria forma. Lei collega e aumenta i corpi ad accrescimento. Nessuna cosa più lieve di lei la può senza violenza penetrare, volentieri si leva per lo caldo in sottile vapore per l'aria, il freddo la congela, stabilità la corrompe; piglia ogni odore, colore e sapore, e da sé non ha niente. Penetra tutti li porosi corpi. Al suo furore non vale alcun umano riparo, e se vale non fia permanente. Nel suo veloce corso si fa sostenitrice delle cose più di lei gravi. Possi con moto e balzo elevarsi in alto. Quando essa cala, sommerge con seco nelle sue ruine le cose di lei più lievi [...]"

A partire dal rafforzarsi della possente spinta culturale del Rinascimento, basta ricordare parole e figura di Leonardo da Vinci, ci si rende immediatamente conto come geniali intuizioni scientifiche ed ingegneristiche si siano misurate, oltre che con le macchine idrauliche, anche con il governo dei fiumi e delle loro impetuosità per garantire il minore loro devastante impatto possibile. Non solo, ma il governo cittadino delle acque diventa nondimeno anche opera di difesa nella realizzazione di fossati difensivi a scudo dei manieri della nobiltà e dei centri urbani aggregati intorno sviluppatasi (Fig. 1).

A partire da ora in poi, un immenso patrimonio culturale dunque, espresso in forma architettonica ed associato all'acqua, come fontane e "mostre dell'acqua", inizia nuovamente a sacralizzare l'uso ed il "trionfo" ad uso cittadino di reti di trasporto di nuovo riattivate ma non ancora approntate per la distribuzione diretta nelle abitazioni. Le raffinate opere realizzate, sempre con una forte funzione sociale collettiva legata al loro audace ed ardimentoso trasporto, sancisce la moderna tendenza ad utilizzare come "acque pubbliche" sempre meno quelle indubbiamente poco sicure dei fiumi che transitano nel centro abitato. Non è un caso che le politiche idriche per la Roma papalina si commisurino in ridondanza, di nuovo come ai tempi della antica romanità, con le grandi distanze dello spostamento, ed è per questo che le "mostre d'acqua" nella capitale, opere d'arte in magnificenza, ancor oggi destino stupore ai turisti incantati. Ricordiamo tra queste la rinomata Fontana di Trevi e la congiunta realizzazione dell'Acquedotto Vergine.

Figura 1 - Una antica stampa panoramica, veduta generale della città di Mantova dove inequivocabilmente si osserva che le acque svolgono, congiuntamente alle robuste mura, una funzione fortemente difensiva (Friedrich Bernhard Werner, 1690-1778)



Fonte: Stampa in dotazione presso la Sede ISPRA di Roma

Del resto, una delle prime opere tecniche in acquedotto, patriottico vanto del successivo Regno d'Italia, è il ripristino dell'antico Acquedotto Marcio con le acque del riutilizzato *Anio*. La sua provocatoria "mostra", riproposta nuovamente come consenso al potere politico appena instauratosi, viene presentata e realizzata attraverso le provocanti sensuali *Najadi*, in visibile fluido gioco laico ottocentesco, forse appositamente così ideato dell'architetto Rutelli per definitivamente annullare potere in questo ai Papi, precedentemente governanti la sacra Capitale d'Italia, uno spettacolo di vittorioso trionfo dell'acqua, oggi ben ammirabile dai visitatori in arrivo nella famosa circolare grande fontana di Piazza della Repubblica in Roma. Del resto, il godimento collettivo sociale della risorsa "acqua potabile", grazie a politiche più attente alle esigenze della popolazione e della massa proletaria, si manifesta nella stessa città, nelle sue distribuite dissetanti "fontanelle pubbliche" in ghisa, chiamate simpaticamente dagli abitanti "er nasone de' Roma" per via del loro tubo ricurvo da cui si può far uscire uno zampillo fluido. Diversa è oggi la situazione, sempre nella stessa Capitale, come attenta condizione di loro rispetto e considerazione, essendo i pratici ed utili manufatti idrici, anche se davvero di poco, disperdenti ulteriori quantità di fronte a quelle delle perdite delle condutture della rete distributiva della sempre più preziosa "risorsa potabile disponibile cittadina". Sta infatti diffondendosi e rafforzandosi una attenta, nuova e moderna cultura ambientale sullo "sfruttamento sostenibile dell'acqua".

Essa vede in modo contraddittorio anche, ad esempio, nelle aree di captazione fuori provincia, come quelle reatine dell'acquedotto del Peschiera, realizzato negli anno '60 per la Roma delle Olimpiadi, una difesa territoriale della stessa risorsa vitale però come patrimonio locale "deportato in modo illegittimo".

Parimenti, un altro aspetto culturale di massa evidenza in atto una cattiva tendenza che vede, sostenuta da arcane e subdole pubblicità, un uso attuale "non potabile" delle acque della stessa rete cittadina, in generale valido per tutte le aree urbane in quanto tali, assolutamente non veritiero e non dimostrato dai fatti e dalle analisi chimiche obbligatorie di controllo sanitario. Fatto è, che quel che accade da tempo in Italia è un consumo spropositato e non giustificato né giustificabile di bottigliette d'acqua in plastica PET (*polietilene tereftalato*), oggetto di allarmi in quantità di rifiuto disperso, comode per il consumo lontano da fonti dirette di approvvigionamento idropotabile ma di dubbia qualificante vera utilità per il loro contenuto naturale, né tantomeno per il loro costo economico. E' comunque sempre meglio il vetro per la conservazione e la distribuzione di questa *Risorsa per la vita sulla terra?*

5. CONCLUSIONI

La "Cultura dell'Acqua" è elemento radioso caratterizzante ogni Civiltà. Essa si esprime in politiche gestionali di lungimiranza nella utilizzazione, soprattutto pubblica, della risorsa idrica, del suo razionale approvvigionamento e conservazione nei momenti di scarsità, della sua attenta salvaguardia nelle aree di propria delicata naturale produzione.

Non solo, tale patrimonio di articolata conoscenza si esprime anche nella sapiente gestione delle sue strade privilegiate nel loro veloce o lento fluire verso mare, i fiumi.

A volte, un non avveduto suo governo a monte, provoca violenti e dannosi suoi attraversamenti a valle, nei centri abitati e nelle città spesso malamente realizzate dall'uomo, soprattutto nella parte finale del loro stesso corso verso la naturale concentrazione all'interno della massa liquida marina.

La stessa preziosa risorsa ha dunque bisogno di un duplice rispetto, sia per la parte fluente superficiale che per i suoi celati flussi sotterranei idrogeologici. Dunque, essa va rispettata non solo per la parte utilizzabile finalizzata ad assicurare e garantire comunque la vita nel relativo aspetto di sua sicura potabilità, ma soprattutto per gli aspetti gestionali relativi al suo futuro in certezza di risorsa, e questo prima di tutto nei confronti delle prossime generazioni.

Ora che la Scienza umana sa darci risposte sempre più esaurienti in merito alla conoscenza del fluido, sia fisica, chimica che biologica, è d'obbligo una maggiore attenzione pluridisciplinare e multidisciplinare nei confronti delle stesse leggi naturali che governano il complesso ed articolato Ciclo dell'Acqua.

Su questo aspetto, invero, tuttavia poco sappiamo, soprattutto in termini degli stretti complessi rapporti esistenti tra Clima ed Oceano, tra Atmosfera, Criosfera e Litosfera, poiché, ricordiamo, comunque sia, che: "Sorella Acqua" tutto permea e pervade.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 1908. Carta idrografica d'Italia. Tevere. Ministero di Agricoltura e Commercio, Roma.
- Barberi F., Carapezza M. L., De Rita D., Funicello R., Giordano G., 2002. L'attività recente del cratere del Lago di Albano di Castelgandolfo, Rendiconti Lincei, Springer, Milano.
- Carosi G. P., 1987. I monasteri di Subiaco, Ed. Monastero S. Scolastica, Subiaco (RM).
- Bencivenga M., 1999. Superficie dei Bacini idrografici del Dipartimento di Roma, Istituto Poligrafico della Zecca dello Stato, Roma.
- Catenacci V., 1992. Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Coarelli F., 2003. Roma, Editori Laterza, Roma.
- Cosentino D., Parotto M., Praturlon A., 1993. Guide Geologiche Regionali - Lazio, BE-MA Editrice, Roma.
- Genovese L., 2012. La strategia dell'acqua tra tardo-antico e medioevo - Il caso Campania, Editrice Dedalo, Roma.
- Morghen R., a cura di, 1991. Chronicon Sublacense (593 - 1369) Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Sabbatucci D., 1979. Roma antica, religione, filosofia e scienza, Jouvence, Roma.
- Sabbatucci D., 1988. La Religione di Roma Antica, Il Saggiatore, Milano.
- Scheid J., 2001. La religione a Roma, Editori Laterza, Bari.

I CONTRATTI DI FIUME COME STRUMENTO DI GOVERNANCE DELLE ACQUE IN AMBITO URBANO

M. BASTIANI

Coordinatore Scientifico del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume

ABSTRACT

I fiumi in ambito urbano definiscono paesaggi estremamente diversificati e costituiscono importanti punti di contatto tra città ed ambiente naturale. Al contempo, quando i fiumi si avvicinano alle città, i conflitti tra usi ed abusi del territorio si rendono più evidenti e si amplificano i fattori di rischio idrogeologico ed inquinologico. I modelli attuali di pianificazione e gestione del territorio pongono al centro le aggregazioni urbane e relegano ad un ruolo secondario i corsi d'acqua, gli spazi naturali e l'agricoltura. Si tratta di modelli che le politiche europee intendono ribaltare agendo fin dal breve-medio termine. Ciò presuppone l'avvio di un cambiamento complesso, la creazione di una visione integrata e multidisciplinare, l'adozione di nuove politiche inclusive di gestione delle risorse idriche e dell'uso del suolo. I contratti di fiume (CdF) fanno parte di una nuova generazione di strumenti strategici, in grado di anticipare il cambiamento e che si sono già dimostrati in grado di innalzare la capacità di interpretazione degli abitanti e di favorire la creazione di processi di governance.

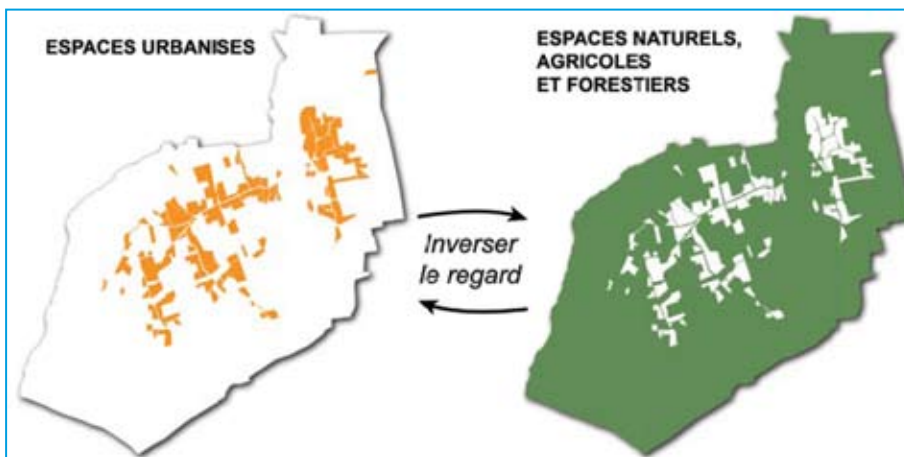
Parole chiave: Governance, contratti di fiume, master plan, infrastrutture verdi, sicurezza idraulica, qualità delle acque, consumo di suolo.

1. INTRODUZIONE

La maggior parte delle città europee è sempre più vulnerabile agli eventi climatici estremi, tale vulnerabilità è aggravata dalla crescita urbana e dai cambiamenti climatici. Molte città, anche in Italia, si trovano da tempo ad affrontare le conseguenze di questa situazione che porta spesso ad epiloghi drammatici: "...il territorio è inadeguato...reso vulnerabile a causa dell'eccessiva cementificazione e dell'incuria dei singoli cittadini e delle istituzioni locali" (F. Gabrielli, 2012). Il numero di città che hanno progressivamente ridotto le loro aree verdi attraverso un massiccio consumo di suolo è in continua crescita. In Italia, negli ultimi 40 anni è stata cementificata un'area pari all'estensione di Lombardia, Liguria ed Emilia e la superficie utile destinata a terreno agricolo è passata da 18 a 13 milioni di ettari. Recenti rilevazioni satellitari restituiscono suoli urbanizzati pari a quasi il 20% dell'intera superficie territoriale nazionale. Nel 2020 il consumo di suolo potrebbe raggiungere i 75 ettari giornalieri. Più lenta sarà la ricerca di soluzioni e la reazione della politica e sempre più pesanti saranno i danni e le conseguenze per i cittadini e l'economia.

Non si tratta di adottare soluzioni standard, ma di costruire strategie condivise che tengano conto delle caratteristiche regionali e dei diversi contesti. In questo senso i contratti di fiume sono un efficace strumento di intervento poiché si sono dimostrati in grado di coordinare tra di loro le politiche dei diversi Enti territoriali a più scale, con un coinvolgimento diretto delle comunità locali. Il compito di questi attori riuniti in "comitati di fiume" è quello di giungere ad un piano d'azione per riqualificare, proteggere e valorizzare un sub/bacino fluviale. Le strategie portate avanti da un CdF devono poter promuovere azioni coordinate che riguardano il suolo, l'acqua e le risorse

Figura 1 - I processi di pianificazione devono invertire la rotta, spostando l'attenzione dalle aggregazioni urbane alle "trame verdi e blu" trasformandole in elementi portanti dello sviluppo territoriale



Fonte : PLU Arcizac-Adour - Hautes Pyrénées, Nov. 2011

collegate. Devono impegnare direttamente gli stakeholders nella protezione del capitale naturale, dando il giusto valore ai servizi eco sistemici in particolare in ambito urbano. Si tratta di dare attuazione alla direttiva quadro acque 2000/60/CE e alla direttiva alluvioni 2007/60/CE con il valore aggiunto di una visione sistemica. Come di contribuire alla diffusione di specifici programmi per favorire un cambiamento dei modelli di pianificazione, è il caso delle infrastrutture verdi (Commissione Europea, 2013) la cui diffusione in ambito urbano può contribuire a proteggere e migliorare l'ambiente ed i processi naturali, oltre che a creare nuove economie locali.

2. ESPERIENZE DI GESTIONE DEI CORSI D'ACQUA IN AMBITO URBANO ATTRAVERSO I CONTRATTI DI FIUME E LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE PARTECIPATA

Circa il 67% della popolazione italiana vive nelle città o nelle aree periferiche delle grandi città, di conseguenza affrontare le questioni relative alla gestione delle acque ed al rischio idrogeologico, rende necessario concentrarsi sulle dinamiche interne alle aree urbane. Non è un processo né semplice, né scontato, poiché i fiumi nelle città si presentano spesso in contesti frammentati, dei "retro" degli ambienti urbani, lungo i fiumi sono spesso allocate aree in abbandono e funzioni marginali. In prossimità della frange urbane vi è una massiccia presenza di aree produttive e residenziali, in Umbria ad esempio, sono 96 le aree produttive e 55 i centri urbani che distano meno di 1 km dal Tevere.

La gestione di questi contesti richiede la ricerca di nuovi strumenti di governance ed il ricorso a processi di riqualificazione fluviale partecipata. A Lodz in Polonia attraverso la riqualificazione partecipata delle aree fluviali urbane, si è potuto attivare un sostanziale aumento delle aree verdi al fine di ridurre il rischio alluvione e migliorare la qualità della vita degli abitanti. Politiche di innalzamento della consapevolezza e di coinvolgimento diretto degli abitanti a Zaragoza in Spagna, hanno portato in circa un decennio a ridurre i consumi idrici del 30% malgrado un aumento della popolazione del 12%. In Italia i contratti di fiume, hanno consentito di accedere al patrimonio delle conoscenze locali integrandole con le altre conoscenze esperte. Nel CdF del Panaro il processo di ricerca-azione paesistica, ha portato a scoprire il valore dell'ambiente fluviale e

le sue problematiche tramite un'attività di survey condotta lungo il fiume, i terrazzi fluviali e le strutture urbane. Attraverso questo processo si è costruita l'idea di un master plan che definisse l'ambito complessivo del contesto oggetto del contratto. Con gli abitanti sono stati condivisi i "motori di contratto" ovvero i fattori attivi dai quali scaturiscono azioni multiple, sperimentazioni e realizzazioni progressive, sia in area vasta, come la depurazione, il recupero delle acque, le coltivazioni; sia alla micro-scala locale dei piccoli spazi urbani gestiti socialmente: orti, percorsi, giardini, spazi attrezzati di riferimento per ritrovo, sport, eventi culturali. L'utilizzo del master plan all'interno di un CdF appare particolarmente funzionale quando si tratta d'intervenire in contesti urbani. Si tratta di uno strumento tornato di attualità con la nuova generazione dei progetti urbani complessi che viene adattato alla riqualificazione territoriale e sempre più spesso utilizzato per la costruzione di scenari locali di un contratto di fiume. Il master plan interviene ridefinendo i margini dell'abitato, creando nuovi viali, nuovi accessi alle sponde e collegamenti con i quartieri residenziali, le aree per il tempo libero, le aree produttive ed agricole. Un altro interessante esempio di utilizzo del master plan si è realizzato a Ponte Felcino a sud di Perugia in Umbria, nell'ambito di un intervento progettuale pilota previsto dalla Regione nei territori contermini al Tevere. L'obiettivo del master plan attraverso circa 40 azioni è stato di fermare lo sprawl urbano ridefinendo l'interfaccia aree urbane/spazi aperti, riconnettendole al fiume e ad un territorio agricolo reinterpretato e riportato a reddito. Intervenedo sul fiume si è permesso di assecondare le dinamiche naturali riducendo il rischio idrogeologico, dando un ruolo centrale alle aree agricole perifluviali e periurbane, non più "terra di nessuno" ma elementi di connettività sui quali centrare un sistema di infrastrutture verdi tra fiume e città. A questo fine il progetto prevede la realizzazione di 16 ha di rimboschimenti, un 36% in più rispetto all'attuale dedicato al potenziamento del sistema forestale periurbano. Tali elementi vanno anche intesi come presidi naturalistici a funzione idrogeologica, poiché in grado di rallentare la velocità dell'acqua in caso di esondazione.

Figura 2 - Un esempio di ricostruzione del neo ecosistema fluviale in una periferia urbana in prossimità del Tevere in Umbria: rinaturalizzazione del corso d'acqua, valorizzazione dell'agricoltura perifluviale, contenimento aree urbane e riappropriazione di spazi golenali



Fonte: Master Plan Ponte Felcino (Perugia). Regione Umbria Servizio valorizzazione del territorio e tutela del paesaggio. Progetto Arch.tti M. Bastiani, F. Nigro, V. Venerucci, 2011

Nasce invece da gruppi spontanei e dai quartieri popolari più disagiati posti lungo il corso dell'Arno, la costruzione del contratto di fiume per realizzare il parco fluviale del Valdarno empoiese. La definizione di un sistema di obiettivi contenuti nel Manifesto per l'Arno diventa il punto di partenza

per il progetto del master plan del Parco fluviale. Il progetto interpreta uno scenario che a partire dalle conoscenze e dinamiche in atto sia in grado di orientare le politiche settoriali, dalla gestione del rischio idraulico all'agricoltura, riconoscendo uno spazio importante alle iniziative condivise e alla creatività sociale. Il processo per l'avvio di un CdF per il fiume Savio in Emilia Romagna, ha invece messo in luce la diversa percezione del fiume in agglomerati urbani distinti: centri montani e di pianura. Nel primo caso attraverso la partecipazione è emersa una maggior consapevolezza della presenza del fiume e dei suoi cicli naturali da parte degli abitanti; nel secondo caso invece, ad esempio quando il Savio attraversa la città di Cesena, viene vissuto come un elemento più "distante", essenzialmente legato agli spazi definiti dal parco naturale. Armonizzando tra di loro queste diverse esperienze, il piano d'azione che è derivato dal processo concertativo, prevede una molteplicità di azioni atte a garantire la sicurezza, la continuità fisico-territoriale ed ecologico-funzionale monte-valle, tentando un riordino complessivo del rapporto fiume città. Ad una scala prettamente urbana interviene invece la progettazione strategica partecipata per la riqualificazione dell'area di Valco San Paolo a Roma. L'ambito territoriale è ricompreso tra il tratto urbano del Tevere che va da Ponte Marconi a Ponte della Magliana in un territorio fortemente caratterizzato dalla compresenza di funzioni antropiche, residenziali, produttive, ricreative ed ecosistemi naturali. La sperimentazione metodologica attivata in questo contesto ha riguardato la costruzione di uno scenario futuro dinamico (SFD) che prefigura i cambiamenti che gli attori territoriali interessati desiderano per i loro spazi di vita. L'input principale è costituito dall'elenco dei problemi rilevati (aree di decisione) e da alcune soluzioni progettuali alternative atte a risolverli (opzioni). Il progetto partecipato che ne è derivato, in contrapposizione alle scelte del P.R.G. che destinano l'area quasi interamente a polo universitario, mira a bilanciare il costruito ed a qualificare le aree perifluviali integrando una varietà di utilizzi, ricompattando l'offerta residenziale e valorizzando gli usi pubblici.

3. CONCLUSIONI

Nella gestione delle acque in ambito urbano, i contratti di fiume possono acquisire fin da un futuro prossimo un ruolo rilevante. Questo strumento di governance, si basa su un progressivo approfondimento progettuale, sulla costruzione di master plan, attraverso i quali i comitati di fiume, possano selezionare scenari dinamici di sviluppo. Tali scenari sembrano privilegiare anche nella fase di attuazione un coinvolgimento diretto degli abitanti, favorendo usi della risorsa idrica e del suolo più compatibili, la manutenzione anche ordinaria delle aree perifluviali ed un ritorno all'agricoltura come presidio economico-ambientale. I processi in atto, si muovono nella direzione di ribaltare l'attuale modello di pianificazione che pone al centro la crescita urbana, anche considerando che in Italia vi sono oltre 25 milioni di stanze vuote. L'attenzione si sposta alle trame verdi e blu del territorio, fiumi e spazi aperti, che costituiscono la struttura sulla quale riorganizzare le città ed i loro servizi. Le politiche urbane per la qualità delle acque, la prevenzione dal rischio idrogeologico, il contenimento del consumo di suolo necessitano di strategie e soluzioni integrate, il superamento di visioni settoriali e di interessi particolari appare fondamentale. Le comunità locali sono chiamate alla tutela del bene comune, a fermare il degrado e la sparizione di paesaggi ed ambienti naturali, ad individuare nuove economie, a mantenere la connettività e la biodiversità, a minimizzare l'uso delle risorse attraverso una gestione più efficiente.

BIBLIOGRAFIA

AAVV, 2006. Guide méthodologique d'aide à la rédaction du dossier definiti d'un contrat de rivière. DIREN Rhône-Alpes, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée&Corse, Agence de l'eau Loire-Bretagne, Région Rhône-Alpes.

Bastiani M. (a cura di), 2011. Contratti di fiume – Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici. Dario Flaccovio, Palermo.

Bastiani M., 2013. "Affinché l'Italia smetta di franare quando piove": i Contratti di fiume per uscire dalla cultura del rischio e dell'emergenza". In: Geologia dell'Ambiente (GA) - SIGEA N1/2013.

Bastiani M., 2013. "Fermare la crescita delle città: il ruolo delle aree agricole di margine tra fiume e città nella difesa del territorio e nella riduzione del rischio idrogeologico." In: SdT Scienze del territorio - Rivista della Società dei Territorialisti, N1/2013.

Commissione Europea, 2011. Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse. COM(2011) 21final, Bruxelles.

Commissione Europea, 2013. Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa. COM(2013) 249final, Bruxelles.

Commissione Europea, 2012. Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo. SWD(2012)101final/2, Lussemburgo.

Commissione Europea, 2012. Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee, COM(2012) 673final, Bruxelles.

European Environment Agency EEA, 2012. Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. Copenhagen.

Filpa A., Lenzi S. (a cura di), 2013 Rapporto Riutilizziamo l'Italia 2013. WWF Italia.

Magnaghi A., Giacomozzi S. (a cura di), 2009. Un fiume per il territorio: indirizzi progettuali per il Parco Fluviale del Valdarno Empolese. Firenze University Press, Firenze.

Settis S., 2012, Azione Popolare. Cittadini per il bene comune, Einaudi Editore;

SOSTENIBILITÀ DELLO SVILUPPO E RISCHIO IDRAULICO. I PIANI COMUNALI DELLE ACQUE NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

M. FERLA¹, P. DALLA VECCHIA², M. GATTOLIN², V. BASSAN²

¹ ISPRA, Dipartimento tutela acque interne e marine.

² Provincia di Venezia, Assessorato alla Politiche Ambientali e Difesa del Suolo.

ABSTRACT

Il territorio della Provincia di Venezia è caratterizzato da una fitta e complessa rete idraulica con un elevato grado di interconnessione tra canali di bonifica, reti di drenaggio urbano e fognatura. L'impermeabilizzazione intensa dei suoli è stato uno degli effetti più indesiderati di un processo di trasformazione del paesaggio rurale verso quella che oggi viene definita la "città diffusa". Le conseguenze più gravi sono connesse con ripetuti eventi meteorici intensi, con effetti spesso devastanti, come nel caso dell'alluvione che colpì la città di Mestre il 26 settembre 2007 e che richiese l'intervento della Protezione Civile Nazionale e la nomina di un Commissario Governativo per la gestione ed il superamento dello stato di emergenza. Una risposta a questo genere di problematiche è venuta dalla Provincia di Venezia che nel proprio Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, approvato nel 2010, ha previsto i Piani Comunali delle Acque. Ciò significa che, per la scala locale, i Comuni sono tenuti a predisporre apposite analisi e previsioni per elaborare lo strumento di programmazione e gestione delle problematiche idrauliche del proprio territorio, individuando criticità, soluzioni e priorità.

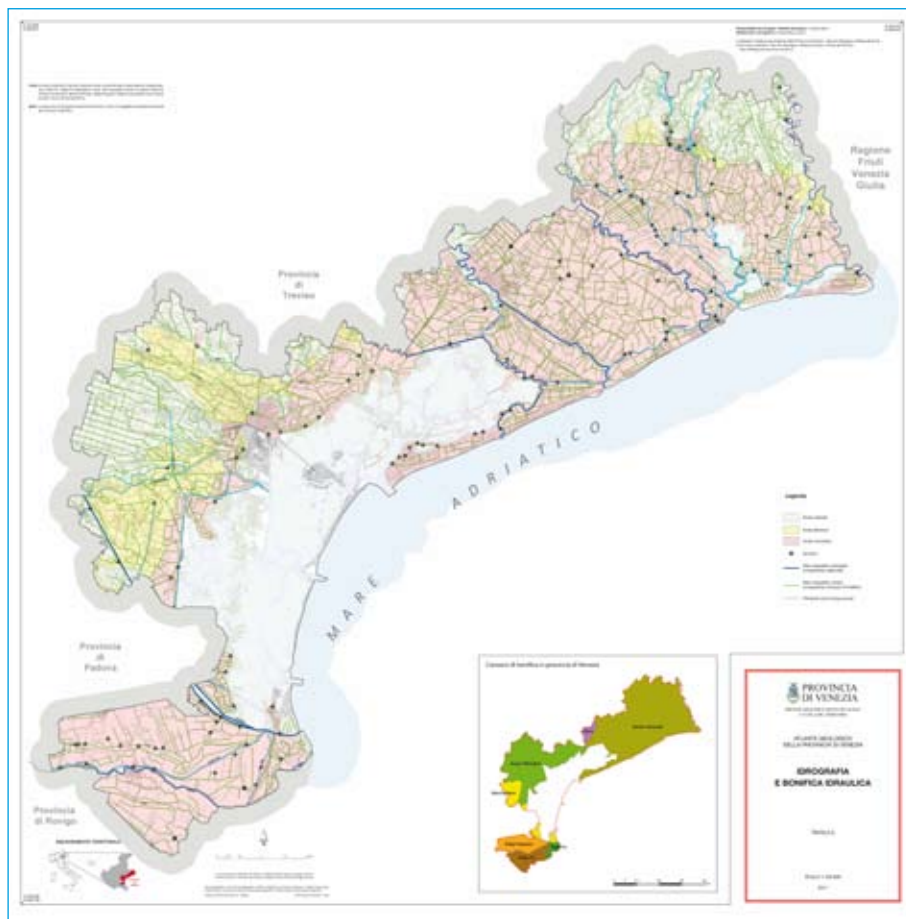
Parole chiave: rischio idraulico, sviluppo urbano, compatibilità idraulica, mitigazione idraulica.

1. ACQUA E TERRITORIO NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

La provincia di Venezia si estende per poco meno di 2.500 km², di cui 600 sono costituiti da specchi lagunari. La popolazione residente è di circa 860.000 abitanti con una forte escursione stagionale legata alla presenza turistica per l'attrazione esercitata dalla città di Venezia e dalle spiagge del litorale veneto nord-orientale. Tutto il territorio ricade all'interno di quella fascia costiera, compresa tra il Delta del Po e la foce dell'Isonzo, il cui entroterra è caratterizzato da giaciture posizionate a quote molto basse, in gran parte anche al di sotto del l.m.m. (fino a - 4 m) come nei comuni di Chioggia e di Cavarzere nell'area meridionale o in quelli di San Donà di Piave e di Portogruaro nella porzione nord-orientale (fig. 1). Tutto ciò è il risultato di una imponente azione di bonifica idraulica, iniziata già alla fine del XIX secolo, che ha recuperato grandi spazi di territorio da paludi e lagune oggi destinati ad attività agricole, industriali, e ad insediamenti urbani (fig. 2).

Il territorio provinciale è inoltre attraversato o lambito dalle aste terminali dei grandi fiumi nord orientali (Adige, Brenta-Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento) che raccolgono le acque dai grandi bacini montani dell'area dolomitica e li convogliano nella parte settentrionale del Mare Adriatico. I tronchi fluviali terminali sono quindi delimitati da poderose arginature, frutto della plurisecolare azione intrapresa dalla Serenissima per deviare i corsi naturali e scongiurare l'interimento del bacino lagunare dovuto alle torbide trasportate durante le piene. Va tuttavia ricordato che il transito delle piene all'interno di questi corridoi fluviali, con fondo alveo pensile per lunghi

Figura 2 - Idrografia e bonifica idraulica



Fonte: tratte da Atlante Geologica della Provincia di Venezia

Le opere di regimazione idraulica eseguite e gestite sin dal tempo della Serenissima, che a tal fine aveva istituito l'apposito Magistrato alle Acque, rappresentano un esteso e complesso sistema di governo delle acque ancora oggi riconoscibile nei tracciati dei canali ed in alcuni manufatti idraulici quali botti a sifone, sostegni, attraversamenti, conche di navigazione, ecc. L'opera di regolamentazione idraulica proseguì anche nell'Ottocento sia per la parte dei grandi fiumi (ad esempio con il Piano Fossombroni-Paleocapa relativo al sistema Brenta-Bacchiglione) sia con le opere di bonifica integrale dei territori paludosi orientate sia a migliorare le condizioni igieniche di ampie zone depresse flagellate dalla malaria, sia a rendere coltivabili spazi più ampi, assicurando al contempo una migliore viabilità. Tutto ciò diede vita ad un paesaggio dominato da ampie estensioni di terreni coltivati solcati da fossi e canali, i cui caratteri rimasero sostanzialmente immutati anche nel corso prima metà del '900. In questo stesso periodo gli adeguamenti del sistema di infrastrutture di governo idraulico si andavano ad integrare nel contesto ambientale divenendo quindi elementi caratterizzanti del paesaggio stesso della bonifica.

Le cose cambiarono radicalmente nel secondo dopoguerra a seguito di un massiccio processo di espansione urbanistica concentrato in particolare nella parte centrale dell'immediato entroterra veneziano con il moltiplicarsi di aree industriali ed insediamenti abitativi che oggi si estendono fino ai confini delle province limitrofe (fig. 3 e 4). Il paesaggio ha quindi subito mutamenti radicali dan-

Figura 3 - Operazioni di bonifica nella terraferma veneziana alla fine degli anni '20 del secolo scorso



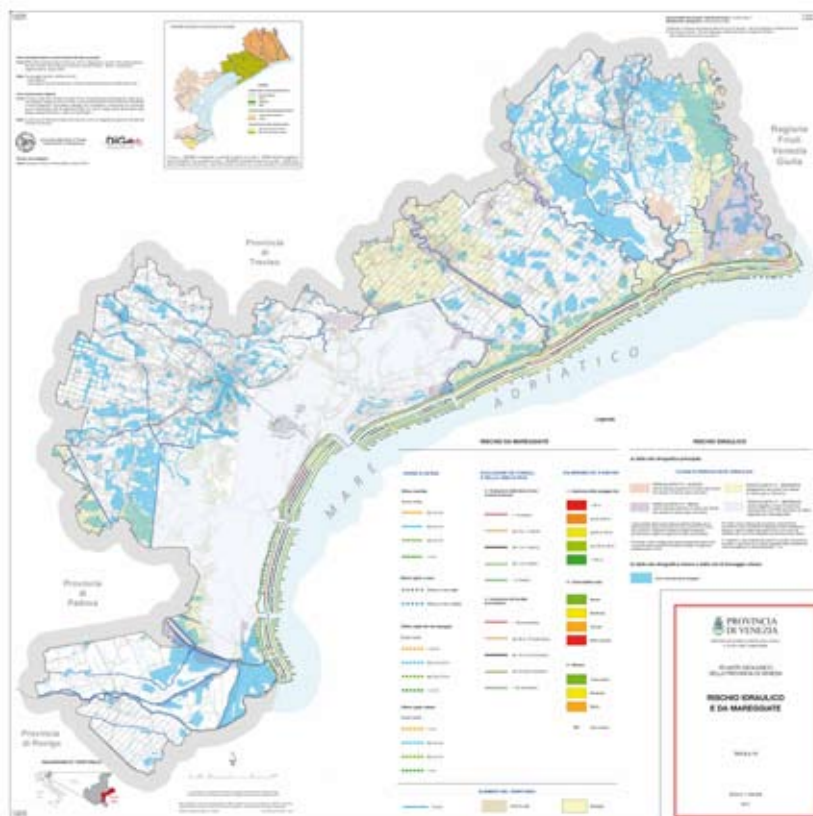
Figura 4 - Urbanizzazione delle zone rurali nell'entroterra lagunare



do vita a quella che comunemente viene definita la “città diffusa”, indicando con questo termine un uso del territorio sempre più estensivo e diffuso, la perdita dei limiti della città, la progressiva formazione di aree agricole marginali, generando discontinuità delle reti ecologiche ed elevati impatti sulle risorse naturali, sul paesaggio e sulla qualità della vita. A tal riguardo è singolare il dato relativo alla stima di consumo di suolo agricolo nel comune di Venezia, valutata tra i 5.000 e gli 8.000 ettari nel periodo 2004-2011 (ISPRA, 2013).

Un altro indicatore utilizzato come strumento di valutazione della criticità idrologica di un territorio a scala comprensoriale è quello rappresentato dal rapporto tra la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) e la Superficie Totale Comunale (STU). Con buona approssimazione, il rapporto SAU/STU viene ritenuto in grado di segnalare l'evoluzione della incidenza del territorio agricolo effettivamente utilizzato rispetto alla estensione totale del territorio. Nel periodo 1970-2012 tale indicatore ha evidenziato un trend sempre negativo per la Regione Veneto, con una contrazione complessiva stimata intorno al valore di - 9,8%, con punte di -18,1% per la provincia di Vicenza, intorno a - 14,3% per quelle di Treviso e Rovigo ed un valore del -9,2% per quella di Venezia (Consiglio Regionale del Veneto, 2012). Uno sconvolgimento ambientale che ha prodotto conseguenze assai negative soprattutto nei riguardi del sistema di governo delle acque. Il territorio su cui sono state insediate realtà urbane, industriali e infrastrutture viarie risulta oggi più fragile rispetto al rischio idraulico per la scomparsa di fossi, rogge, aree di espansione fluviale e in qualche caso anche di tombamento di tratti di corsi d'acqua, come il Marzenego, per fare spazio ad edifici e strade nella città di Mestre. E' significativo il dato riportato relativo alla incidenza del 68% dell'apporto contributivo extra agricolo per l'area di competenza del Consorzio Dese-Sile, oggi Consorzio

Figura 5 - Carta del rischio idraulico e da mareggiate



Fonte: Atlante geologico della Provincia di Venezia - AA.VV. - Provincia di Venezia, 2011

Acque Risorgive, che include gran parte delle realtà urbane delle province di Venezia, Treviso e Padova (Consiglio Regionale del Veneto, 2012).

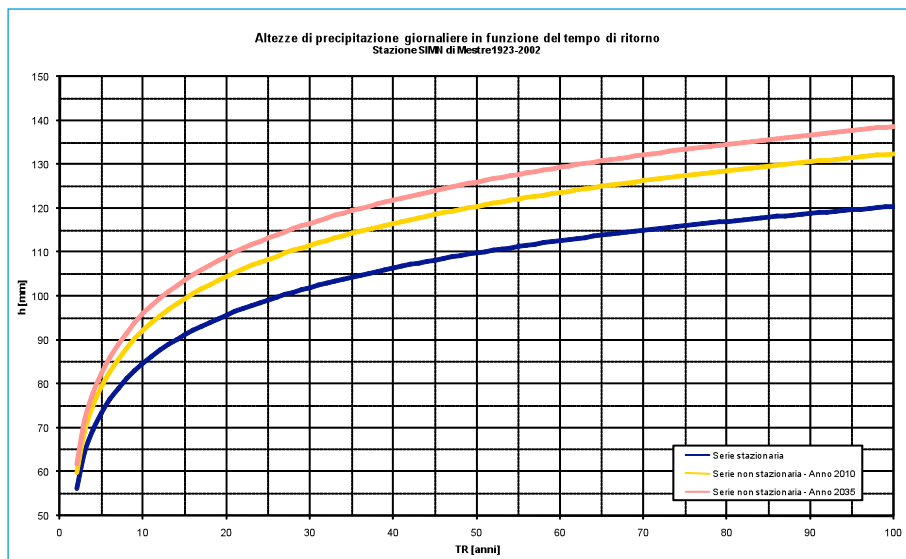
La fragilità idraulica dell'entroterra veneziano emerge in tutta la sua evidenza e drammaticità in occasione di intensi eventi meteorici a scala locale, cioè da precipitazioni che si abbattano direttamente su questo territorio. I fattori che hanno contribuito ad esasperare questa condizione possono così riassumersi:

- a) perdita di capacità di invaso del territorio dovuta alla cementificazione dei suoli e alla connessa scomparsa di quegli elementi che in un suolo agricolo contribuiscono alla ritenzione di volumi idrici (scoline, fossi e capifosso) limitando i volumi avviati verso la rete consortile;
- b) incremento dei valori di punta delle portate di piena e riduzione dei tempi di concentrazione; ciò significa che arrivano alle rete portate più alte in tempi più rapidi rendendo quindi necessaria la ricalibrazione dei canali di raccolta e il potenziamento degli impianti idrovori;
- c) aumento del valore dei beni da difendere essendo maggiore il valore economico di aree urbanizzate rispetto a quello delle aree agricole.

Con questi presupposti le condizioni di criticità possono riguardare sia la rete principale gestita dai Consorzi di Bonifica, sia dalla rete secondaria (fossi di guardia stradali, scoli da terreni agricoli, da piazzali, ecc.) gestita da Comuni, Province e privati cittadini, sia ancora la rete di fognatura urbana specialmente se di tipo misto. Va altresì ricordato che il rischio può essere indotto anche da una cattiva o inesistente manutenzione degli elementi che compongono la rete, spesso ostruiti dalla crescita incontrollata di vegetazione spontanea, da rifiuti abbandonati, da deposito di sedimento eroso da terreni agricoli.

Va tuttavia ricordato che negli ultimi anni il tema idraulico ha assunto sempre maggior peso nella pianificazione urbanistica della Regione del Veneto riconoscendo di fatto l'impatto che le trasformazioni previste inducono sul sistema acque. La L.R. 11/2004 "Norme per il governo del territorio" ha infatti introdotto, sia a livello provinciale che comunale, la tavola delle fragilità che, insieme alle porzioni di territorio esposte a rischio idraulico individuate dalle Autorità di Bacino

Figura 6 - Elaborazioni delle massime precipitazioni giornaliere alla stazione di Mestre (1923-2001). Serie stazionaria e serie non stazionaria



Fonte: Bixio, in "I piani comunali delle Acque" - Provincia di Venezia, 2011

con i Piani di Assetto Idrogeologico, definisce anche le porzioni di territorio soggette ad allagamenti per insufficienza della rete minore.

Inoltre, già dal 2002, la stessa Regione del Veneto era intervenuta sulla questione con alcune delibere che imponevano lo studio di compatibilità idraulica collegato alle nuove lottizzazioni e successivamente introducendo il concetto fondamentale dell'invarianza idraulica anche in relazione agli effetti connessi al cambiamento climatico. Già con questi provvedimenti si rendeva necessaria, per le nuove lottizzazioni, la previsione di sistemi di trattenimento delle acque meteoriche in occasione di eventi particolari e successivo rilascio nella rete idraulica a evento terminato.

L'evento del settembre 2007 causò una condizione di crisi generale del sistema idraulico concentrata in particolare nella provincia di Venezia. Le conseguenze maggiormente negative si registrarono nel circondario di Mestre ove le piogge assunsero carattere di vero e proprio nubifragio con punte di oltre 90 mm in mezz'ora, 120 mm in un'ora e 200 mm in 3 ore. La persistenza delle precipitazioni portò a saturare la rete di drenaggio principale ed in particolare quella afferente agli impianti idrovori la cui capacità di sollevamento si rivelò insufficiente a far fronte ai volumi in gioco (Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2009).

Ciò richiese la dichiarazione dello stato di emergenza esteso a ben 20 comuni del veneziano e la nomina di un Commissario Governativo per l'attuazione degli interventi connessi con il superamento dell'emergenza. L'azione Commissariale si sviluppò in linea con i principi già introdotti con leggi e provvedimenti regionali e portò in particolare all'emanazione di due ordinanze commissariali, la n. 2/2008 e la n. 3/2008, valide per i comuni dichiarati in emergenza, che davano disposizioni in ordine ai titoli abilitativi relativi ad interventi edilizi, vincolandone l'efficacia al rispetto della condizione di invarianza idraulica e dettando regole tecniche di grande dettaglio.

Tra i risultati dell'azione Commissariale merita rilevare citare l'emanazione di apposite linee guida per la valutazione di compatibilità idraulica che rappresentano, per l'area oggetto dell'ordinanza, un documento di riferimento per tutti gli operatori che intervengono nella redazione, esame ed approvazione di progetti di opere che modificano l'uso del suolo o che comportano comunque delle modificazioni dell'idraulica del territorio (Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2009 bis).

Dal 1° gennaio 2013 è cessato il regime commissariale e la attività di completamento sono state trasferite alla Regione del Veneto.

Va infine ricordato che recenti studi basati sull'analisi delle serie storiche di precipitazioni registrate nella pianura veneta hanno consentito di evidenziare una qualche forma di tendenza per cui eventi significativamente intensi tendono a divenire sempre più frequenti chiamando quindi in causa gli effetti del cosiddetto cambiamento climatico. A titolo di esempio, nella città di Mestre, una precipitazione giornaliera di 120 mm viene accreditata con un tempo di ritorno di 100 anni se si considera l'intera serie storica a partire dal 1923. Tenendo conto invece della tendenza di incremento registrata negli ultimi decenni, lo stesso evento viene caratterizzato con tempo di ritorno di 50 anni che potrebbe ridursi a 35 anni nel giro di un ventennio (fig. 6)

2. I PIANI DELLE ACQUE

La pianificazione a scala di bacino idrografico sviluppata dalle Autorità di Bacino (Piani stralcio per la Sicurezza Idraulica, Piani di Assetto Idrogeologico) ha preposto cartografie di analisi e di scenari di rischio idraulico in ordine alle aste fluviali principali, prevedendo interventi e misure non strutturali a soluzione delle criticità idrauliche individuate. Analogamente, sulla rete idraulica di competenza regionale e minore, di grande rilevanza è il Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio, che viene redatto dai Consorzi di Bonifica in conformità a quanto richiesto, da ultimo dalla L.R. n. 12 del 2009 "Nuove norme per la Tutela del Territorio".

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) predisposto in applicazione alla predetta L.R. 11/2004 ed approvato con DGRV n. 3350 del 30.12.2010, ha recepito le indicazioni dei Pai e le indicazioni dei Consorzi di Bonifica, ma anche quanto definito in materia di rischio idraulico nei Piani Provinciali di Emergenza, prescrivendo che "Le indicazioni o le prescrizioni in materia di assetto del territorio e di uso del suolo contenute negli strumenti di pianificazione provinciale di

protezione civile costituiscono elementi vincolanti di analisi per la predisposizione e l'aggiornamento dei piani territoriali provinciali (PTCP) e degli altri piani di settore di livello provinciale”.

Il PTCP però è andato oltre su questo tema strategico, prevedendo infatti che i Comuni predispongano “ in forma organica ed integrata apposite analisi e previsioni raccolte in un documento denominato Piano delle Acque.” Il Piano delle Acque intende quindi porsi come strumento di programmazione ai fini della manutenzione delle reti idrauliche e della risoluzione delle criticità idrauliche principali del territorio comunale. Tale programmazione si pone a fondamento degli strumenti urbanistici comunali e ne condiziona le scelte. Attraverso un'attenta analisi del territorio si spinge fortemente il grado di approfondimento delle conoscenze sulla rete idraulica, anche oltre quanto previsto nella pianificazione tradizionale, curando in particolare la verifica sulle competenze dei tratti di rete e al dettaglio delle criticità.

Il Piano delle Acque va anche oltre la relazione di compatibilità idraulica prevista dalle norme regionali: alla verifica e alla garanzia dell'invarianza idraulica rispetto alle trasformabilità previste dal piano, si incide sul miglioramento della sicurezza idraulica e non solo al mantenimento dello status quo.

Con i Piani si intende infatti:

- ottenere un'adeguata conoscenza dello stato di fatto della rete idraulica minore e delle criticità idrauliche del territorio, a livello comunale;
- monitorare e aggiornare costantemente per individuare le criticità idrauliche e le loro potenziali soluzioni;
- dare un ordine di priorità agli interventi;
- individuare la competenza delle infrastrutture idrauliche al fine di stanziare fondi per la manutenzione e dare un'idea dei costi da sostenere per la realizzazione degli interventi;

e dunque,

- consentire ai Comuni di attivarsi con specifici impegni di bilancio e con il reperimento di fondi per le manutenzioni di competenza e dare soluzione alle principali criticità.

Per ottenere tali risultati i Piani delle Acque devono coniugare, secondo la norma introdotta dalla Provincia, una lettura del territorio a scala sovracomunale, distinta dalla tematica dei fiumi maggiori, con quella propria del livello comunale. In tal modo si punta alla saldatura tra livelli di intervento fino ad ora amministrativamente separati. I principali elementi che caratterizzano i Piani sono:

- il quadro di riferimento normativo sulla gestione, manutenzione e tutela delle acque; sulle competenze territoriali e di pianificazione
- l'analisi del territorio in bacini e sottobacini, rete idrografica minore, rete di collettamento, rete di bonifica e loro interazioni
- l'individuazione della competenza di ciascun tratto di rete
- l'individuazione delle principali criticità idrauliche
- l'individuazione delle principali soluzioni strutturali
- la programmazione della manutenzione ordinaria e straordinaria
- la quantificazione delle risorse necessarie
- l'individuazione delle priorità
- l'emanazione di linee guida per uno sviluppo idraulicamente sostenibile del territorio ed una corretta gestione e manutenzione della rete idrografica minore
- il coinvolgimento dei proprietari di fossi privati mediante specifici accordi che potranno essere oggetto di formale dichiarazione di pubblica utilità;
- inserimento in un Sistema Informativo Territoriale (GIS) di tutti i dati georeferenziati (reti fognarie, canali consortili, principali fossi privati, impianti, ecc.)

2.1 Linee guida per un corretto assetto idraulico

La stesura di apposite “linee guida comunali” è parte fondamentale dei Piani delle Acque necessaria per la progettazione e realizzazione dei nuovi interventi edificatori che possano creare

un aggravio della situazione di “rischio idraulico” presente nel territorio. Tali Linee guida sono in particolare finalizzate a:

- favorire l'adeguamento della ricettività dei corsi d'acqua alle notevoli sollecitazioni dovute alla immissione di rilevanti portate concentrate;
- favorire la moderazione delle piene nelle reti minori;
- arrestare e invertire il processo di progressiva riduzione degli invasi;
- favorire l'aumento e lo sfasamento dei tempi di deflussi delle piene;
- limitare, mitigare e compensare gli effetti di punta delle piene;
- salvaguardare la permeabilità del territorio, favorendone la riqualificazione, e rimuovere le situazioni di fatto che compromettono la sicurezza idraulica e il regolare deflusso delle acque;
- prevedere la limitazione e la compensazione della residuale previsione di aumento delle aree impermeabilizzate per infrastrutture, urbanizzazioni e edificazione;
- mantenere e realizzare la separazione tra collettori fognari (acque nere) e collettori delle acque meteoriche e nel contempo adeguare le sezioni dei collettori di competenza pubblica o privata;
- attuare criteri di organizzazione urbana e di edificazione in grado di ridurre l'esposizione delle aree urbane ai fattori di rischio idraulico (conformazione delle superfici, limitazione alla realizzazione di locali interrati se non previa adeguata protezione idraulica) e nel contempo di non incidere negativamente sull'equilibrio idraulico a livello di bacino;
- concorrere alla individuazione, con le competenti autorità, degli ambiti ove prevedere la realizzazione di nuove idrovore e manufatti di regolazione o quelli ove predisporre, in alternativa, opportune diversioni;
- individuare, in funzione e in diretta correlazione con le previsioni di urbanizzazione del territorio, idonee superfici da destinare all'invaso di volumi equivalenti a quelli soppressi con la riduzione degli invasi e ai volumi per la compensazione degli effetti di punta degli idrogrammi di piena;
- prevedere, per quanto riguarda lo scarico delle reti bianche, la realizzazione di vasche di laminazione delle portate immesse in rete.
- l'individuazione delle misure per favorire l'invaso delle acque piuttosto che il loro rapido allontanamento;
- l'individuazione dei problemi idraulici del sistema di bonifica e le soluzioni nell'ambito del bacino idraulico.

2.2 Lo stato di attuazione dei piani comunali delle acque in Provincia di Venezia

A seguito dell'introduzione nella propria normativa urbanistica nel 2008, la Provincia ha anche attivato un monitoraggio annuale dello stato di attuazione dei Piani delle Acque (fig. 8). Nei quattro anni di indagine si è notato una crescente attenzione all'applicazione dello strumento da parte dei Comuni. Nella tabella che segue è riassunta l'evoluzione dello stato di attuazione dei piani delle acque nel territorio provinciale.

Tabella 1 – Evoluzione dello stato di attuazione dei piani delle acque

| Anno | Nessun procedimento avviato per la redazione del piano delle acque | Piani delle acque in corso di redazione | Piani delle acque adottati o approvati |
|-------------|---|--|---|
| 2009 | 28 | 15 | 1 |
| 2010 | 10 | 28 | 6 |
| 2011 | 9 | 24 | 11 |
| 2012 | 2 | 26 | 16 |

Gli esiti dei monitoraggi sono stati illustrati pubblicamente alla fine di ogni anno creando l'occasione per mettere a confronto diversi portatori di interesse istituzionali e non sul tema della gestione delle acque, assolvendo ad un importante ruolo di coordinamento sulla frammentazione delle competenze in tale tematica: il Commissario delegato per l'emergenza idraulica, i Comuni, i Consorzi di Bonifica, Autorità d'Ambito per la gestione integrata dell'Acqua e gli Enti gestori della rete fognaria. Si riporta nella figura seguente una rappresentazione cartografica dello stato di attuazione dell'applicazione delle "Direttiva Piani delle Acque" di cui all'art. 15 del PTCP all'ultima presentazione pubblica, tenutasi in data 30.11.2012.

Attualmente sono 17 i piani conclusi (13 approvati e 4 adottati) ed in corso di realizzazione e cioè i Comuni hanno attivato le risorse per la realizzazione della manutenzione e delle opere di prevenzione del rischio di competenza.

La discussione così avviata sta portando ad una visione più ampia del ciclo delle acque, abbattendo decennali resistenze e consentendo un approccio più razionale alla tutela di questa importante risorsa e degli stessi territori che, ospitandola, ne devono garantire gli spazi naturali.

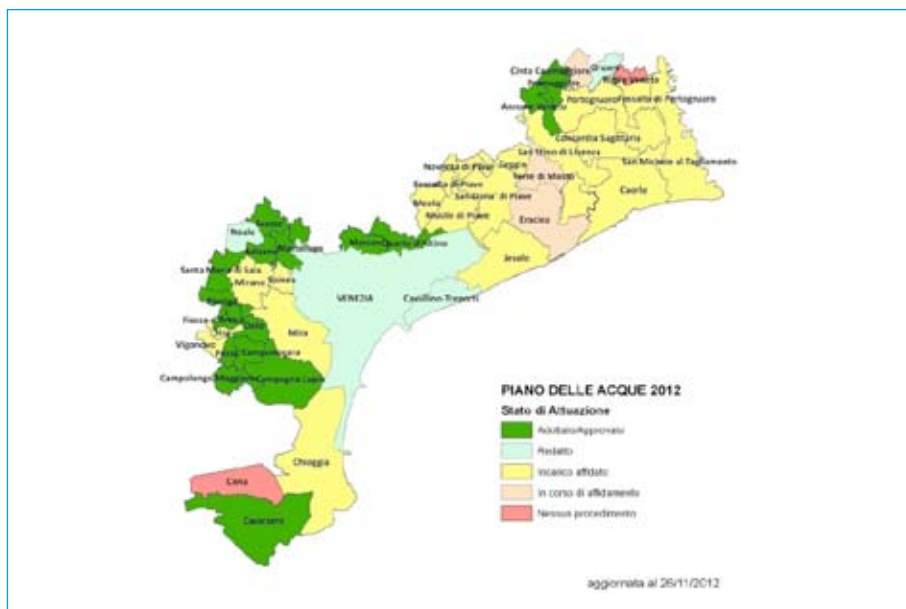
2.3 La regolamentazione dei fossi privati

Nell'ambito delle iniziative di contrasto al dissesto idrogeologico ed in stretta connessione con lo strumento dei Piani delle acque, alla fine del 2012 la Provincia di Venezia ha proposto ai comuni uno schema di regolamentazione dei fossi privati, fornendo un ulteriore importante strumento per il riordino della rete minore di drenaggio delle acque.

I fossi privati costituiscono il primo fondamentale elemento dell'intera rete scolante del territorio. La capillare distribuzione, un dimensionamento adeguato e la regolare manutenzione consentono infatti di evitare o limitare gli allagamenti in occasione delle intense precipitazioni piovose. Allo stesso tempo oltre all'aspetto della sicurezza idraulica, i fossi privati assumono un rilevante valore ambientale e paesaggistico, per lo sviluppo di numerose specie vegetali e animali che si instaurano sia all'interno che lungo i margini.

Da qui la necessità di uno specifico regolamento al fine di disciplinare in modo organico le norme e i regolamenti vigenti, di tutelare e valorizzare la funzionalità della rete idrica scolante privata,

Figura 7 - Stato di attuazione dei Piani delle Acque novembre 2012



relativamente all'aspetto idraulico, ambientale e paesaggistico e la proposta ai Comuni ai fini dell'adozione.

Lo schema di regolamento è stato messo a punto dal Servizio Geologico e Difesa del Suolo con la collaborazione dell'Unione Veneta delle Bonifiche, mediante un lavoro di coordinamento dei contributi dai tecnici dei Consorzi di Bonifica. Il documento può essere adottato già nella formulazione, ma le Amministrazioni comunali sono naturalmente invitate ad adattarlo in base alle specificità territoriali. Il regolamento è anche stato pubblicato per conto della Provincia a cura del Centro Internazionale della Civiltà dell'Acqua ed è stato illustrato alle amministrazioni in un incontro pubblico.

3. CONCLUSIONI

All'interno del processo di Pianificazione Territoriale, il Piano delle Acque rappresenta uno strumento innovativo, fondamentale per la corretta gestione del territorio ai fini della sicurezza idraulica. Alla luce degli evidenti cambiamenti climatici e dei fenomeni che hanno investito il territorio della Provincia di Venezia negli ultimi anni, appare necessario accompagnare lo strumento di pianificazione territoriale con studi che mettano in evidenza le problematiche idrauliche presenti sia a livello di bacino idrografico (scala intercomunale), che a livello di gestione locale delle acque e loro differenziazione. La Provincia di Venezia ha interpretato anche in questa direzione il ruolo affidato dalla normativa in materia di difesa del suolo sforzandosi di attuare un ruolo di coordinamento e di supporto in forza di un'intensa attività conoscitiva consolidata ormai da anni con studi ed indagini, principalmente in collaborazione con Enti di Ricerca (Università di Padova, Bologna e Trieste, CNR ISMAR di Venezia, Co.Ri.La,...) che hanno portato alla redazione di numerose cartografie tematiche e pubblicazioni inerenti la geologia e l'assetto fisico del proprio territorio e l'organizzazione delle numerosissime informazioni e dati territoriali in apposite banche dati georiferite. In passato, in materia di disciplina degli aspetti quali-quantitativi della risorsa idrica superficiale e profonda, la pianificazione comunale ha fatto proprie, nella maggior parte dei casi, i soli vincoli e prescrizioni provenienti da strumenti di settore quali i PAI, i Piani Generali di Bonifica e specifici piani di settore delle acque a livello regionale. Il passaggio culturale e programmatico necessario è quello di spingere affinché, al di là degli strumenti vigenti sopra elencati, vengano assunte all'interno della pianificazione di livello comunale delle specifiche linee guida per il territorio di propria competenza, tali da evidenziare le criticità presenti e far proprie misure compensative, mitigative e correttive, attuabili in coerenza con gli obiettivi di sviluppo e salvaguardia del territorio anche a livello puntuale. Tale proposito, evidenziato fin dai primi incontri partecipativi-concertativi, che hanno portato all'adozione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, ha trovato la sua versione finale in una direttiva regionale che indica la necessità di redigere un piano delle acque di livello intercomunale, con lo scopo di evidenziare le principali criticità sovracomunali della rete idrica principale ed un livello attuativo-operativo obbligatorio da redigere in sede di Piano degli Interventi.

Un altro aspetto importante riguarda la trattazione omogenea e completa del rischio idraulico che, alla luce della Direttiva Europea 2007/60, recepita con Dlgs 49/2010, va demandata al Piano di Gestione del rischio alluvione del Distretto Idrografico delle Alpi Nord Orientali e quindi, all'aggiornamento dei PAI e dei Piani Stralcio relativi alla sicurezza idraulica predisposti in ragione dei principi della legge 183/89 sulla difesa del suolo. Con questo nuovo strumento di pianificazione dovranno infatti essere affrontati, con regia unitaria e secondo i principi del percorso partecipato, i problemi di tutte le reti idrografiche, quelle afferenti ai grandi fiumi, alla rete di pianura, alle reti minori a livello comunale. Dovranno essere incluse in questo contesto anche il rischio di inondazioni marine e nelle lagune. È un percorso complesso che riguarda non solo l'Autorità Distrettuale, ma anche le Regioni, le Province, i Consorzi di Bonifica, i Comuni. Il Piano delle Acque nei Comuni della regione Veneto diviene quindi uno strumento importante in quanto consente di affrontare gli aspetti di massimo dettaglio degli ultimi elementi della rete idraulica assicurando l'integrale gestione del rischio idraulico per ogni porzione del territorio distrettuale.

BIBLIOGRAFIA

ISPRA, 2013. VIII Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano – Edizione 2012. www.isprambiente.it

Consiglio Regionale del Veneto, 2012. Le superfici agricole in Veneto. Aggiornamento statistico e implicazioni territoriali dell'uso del suolo. www.consiglioveneto.it.

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la Protezione Civile. Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, 2009. Linee guida per gli interventi di prevenzione dagli allagamenti e di prevenzione degli effetti. www.regione.veneto.it.

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la Protezione Civile. Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, 2009 bis. Linee guida per la valutazione di compatibilità idraulica. www.regione.veneto.it.

"Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Venezia (L.R. 11/2004)", approvato dalla Regione Veneto con D.G.R.V. n. 3359 del 30.12.2010 e pubblicato dalla Provincia con D.G.P. n. 8 del 1.02.11. www.pianificazione.provincia.venezias.it

Provincia di Venezia, 2011. I piani comunali delle acque. Strumenti di sicurezza idraulica e opportunità per la rigenerazione del territorio (AA.VV.), a cura di Centro Internazionale Civiltà dell'Acqua. www.difesasuolo.provincia.venezias.it

"Atlante geologico della Provincia di Venezia" (AA.VV. - Provincia di Venezia, 2011). www.difesasuolo.provincia.venezias.it

"Gestire i fossi privati – regole per una buona manutenzione e linee guida per i Comuni" a cura di Civiltà dell'Acqua – centro internazionale (AA.VV. - Provincia di Venezia, 2012). www.difesasuolo.provincia.venezias.it

UN POSSIBILE APPROCCIO ALLA STIMA DEL DANNO E DEL RISCHIO DA ALLUVIONI IN AMBIENTE URBANO

SEGRETERIA TECNICA AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO

ABSTRACT

Il rischio di alluvioni scaturisce dall'incrocio di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione. Se il primo fattore è calcolabile con un buon livello di approssimazione, lo stesso non si può dire per vulnerabilità ed esposizione, estremamente variabili a seconda dell'elemento considerato, ed ulteriormente complicato da altri aspetti di tipo sociale, psicologico, di immagine, etc. Mentre le mappe di pericolosità sono già operative in molti paesi, le mappe di danno e di rischio sono ancora a un livello preliminare. La valutazione del danno atteso e del rischio connesso è ancora più problematica negli ambiti urbani complessi, con un forte patrimonio artistico e culturale quale ad esempio la città di Firenze. L'approccio proposto per una stima quantitativa di rischio in ambito urbano è quello della valutazione del danno alla micro-scala. Si basa essenzialmente su l'utilizzo di risultati di modellazione quasi-bidimensionale o bidimensionale, confrontato con la disponibilità dei dati socio-economici di cui al censimento ISTAT. Tali dati, aggregati alla scala della sezione censuaria che rappresenta un ottimo compromesso tra dettaglio spaziale e fruibilità, sono opportunamente gestibili in sistema GIS e quindi adeguatamente confrontabili con le potenziali aree allagabili. Il danno viene calcolato attraverso curve altezza d'acqua-danno per alcune tipologie economiche e per edifici e contenuti di edifici. In tale maniera è possibile ottenere stime quantitative di danno atteso per le categorie considerate in funzione di un indicatore (altezza d'acqua) valutabile. L'individuazione di categorie-tipo, a seconda delle peculiarità dell'ambiente urbano considerato, può condurre, quindi, ad un ulteriore affinamento del rischio.

Parole chiave: Rischio alluvioni, pericolosità idraulica, vulnerabilità idraulica, direttiva alluvioni, modellazione idraulica.

1. PREMESSA

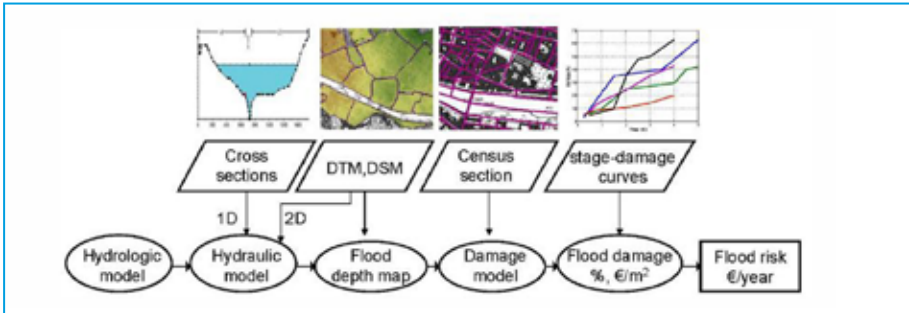
L'Autorità di Bacino del Fiume Arno, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria per la tutela dell'ambiente e del territorio dell'Università degli Studi di Firenze, ha sviluppato una metodologia per la valutazione ex-ante dei danni da alluvione su strutture e beni inerenti edifici residenziali e commerciali, finalizzata alla stima quantitativa del rischio idraulico.

La metodologia si articola in più fasi finalizzate alla valutazione degli elementi che compongono il rischio, ovvero la pericolosità idraulica ed il danno, dipendente quest'ultimo dalla vulnerabilità e dal valore esposto.

La scala adottata è quella relativa alla sezione censuaria in quanto i dati statistici ad essa associati riguardanti la popolazione, gli edifici e le imprese, disponibili su tutto il territorio nazionale, permettono di ottenere un elevato livello di dettaglio spaziale senza precludere l'applicazione del metodo ad aree più vaste.

La metodologia di valutazione del danno è stata applicata in via sperimentale al quartiere di Santa Croce, zona centrale di Firenze, colpito gravemente dall'alluvione del fiume Arno nel 1966.

Figura 1 - Diagramma di flusso per la valutazione del rischio idraulico



2. LA MODELLAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

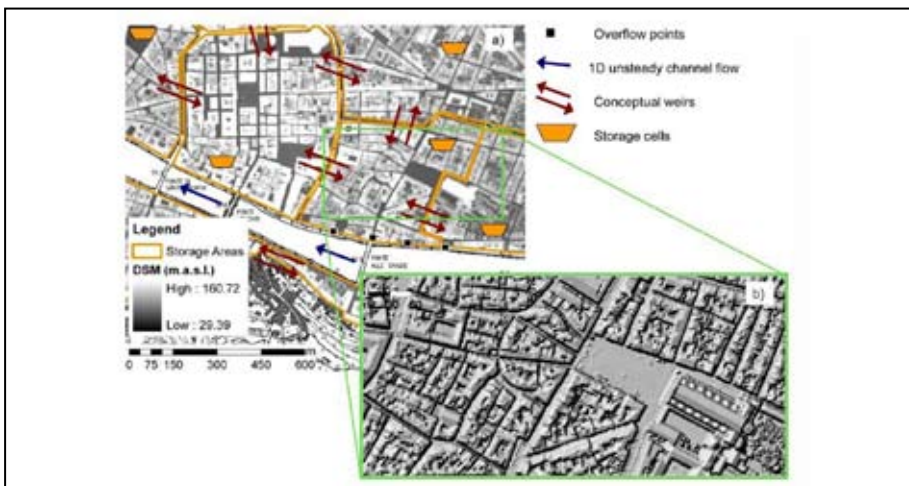
Per la valutazione della pericolosità e del rischio idraulico è necessario stimare le portate di piena associate a determinate frequenze di accadimento (tempi di ritorno). Pertanto, sulla base di elaborazioni statistiche delle piogge e di modelli probabilistici, vengono ricavate le curve di possibilità pluviometrica che costituiscono gli afflussi al modello idrologico per i vari scenari di riferimento.

Per quanto attiene la modellazione idraulica è possibile, in generale, fare riferimento a diversi schemi concettuali. In alcuni casi è sufficiente adottare modelli numerici monodimensionali 1D, mentre, in presenza di geometrie fluviali più complesse, è opportuno utilizzare modelli bidimensionali 2D. In situazioni intermedie è possibile, inoltre, orientarsi su modelli quasi-bidimensionali, con una schema di moto vario unidimensionale in alveo e con uno schema a celle per quanto attiene le aree allagate. Nel caso in esame è stato adottato questo ultimo tipo di modellazione.

I dati territoriali di base sono di fondamentale importanza per la messa a punto del modello idraulico. Nel caso in esame sono costituiti dal rilievo LIDAR ad alta risoluzione, da cui è stato ricavato il DTM ed il DSM. Tramite l'ausilio di strumenti GIS sono, poi, stati individuati il perimetro delle celle, la loro geometria e la curva di invaso, e la geometria delle connessioni.

Sulla base dei risultati ottenuti dalla modellazione idraulica, è possibile valutare, per i vari scenari di riferimento, i livelli idrici nelle aree studiate e redigere le relative mappe dei battenti e delle aree allagate.

Figura 2 - Schema del modello idraulico quasi 2D (a), sovrapposizione sul DSM dell'area di studio nel centro di Firenze (b)



3. VALUTAZIONE DEL DANNO

Lo sviluppo del modello di valutazione del danno proposto prende in considerazione esclusivamente i danni alle strutture, ai contenuti di tipo residenziale ed ai contenuti di tipo commerciale. Il danno viene quantificato, dapprima, come perdita percentuale attraverso l'utilizzo delle curve danno-livello e, successivamente, come perdita monetaria per unità di superficie (€/mq).

La scala di analisi adottata è quella della sezione censuaria in quanto appare costituire il miglior compromesso tra l'aggregazione dei numerosi dati socio-economici ed il dettaglio spaziale richiesto per l'analisi di microscala urbana. La sezione censuaria è una porzione del territorio con caratteristiche urbanistiche, ambientali, socioeconomiche e di mercato immobiliare uniformi. Tutto il territorio italiano è suddiviso in poligoni costituiti dalle sezioni censuarie, a livello delle quali sono condotti i censimenti della popolazione, delle abitazioni, delle industrie e dei servizi. La sezione censuaria costituisce uno dei più piccoli livelli di aggregazione dei dati a livello nazionale ed è rappresentabile in ambiente GIS attraverso una *feature class* poligonale.

Per ciascuna categoria presa in considerazione, il danno percentuale viene espresso dalla curva di danno

$$d_{ki\%} = d_{ki\%}(h) \quad [1]$$

dove h è il battente idrico sopra il livello della strada, k è la categoria di danno (es. strutture, contenuti, ecc.) e i è la sottocategoria di k (es. edifici con diverso numero di piani).

Il danno percentuale medio per ciascuna categoria principale è dato dalla media pesata sulla sezione censuaria:

$$D_{k\%} = \frac{\sum_{i=1}^m D_{ki}(h) \cdot n_{ki}}{\sum_{i=1}^m n_{ki}} \quad [2]$$

dove n_{ki} è il numero di oggetti appartenenti alla categoria ki .

La perdita economica $D_{k€}$ per unità di area è data dal prodotto del danno medio percentuale, del valore economico V_k per unità di area e della vulnerabilità c .

$$D_{k€} = c \cdot D_{k\%} \cdot V_k \quad [3]$$

Il valore della struttura V_s (€/mq) è dato dalla relazione:

$$V_s = \frac{p \cdot A_{ed} \cdot Q_{imm}}{A_{sc}} \quad [4]$$

dove p è il numero medio dei piani degli edifici presenti nella sezione censuaria, A_{ed} (mq) è l'area edificata, Q_{imm} (€/mq) è la quotazione del mercato immobiliare per gli edifici residenziali della zona di studio, A_{sc} è l'area della sezione censuaria. Il valore del contenuto residenziale V_{cr} (€/mq) è funzione del valore della struttura ed è dato dalla relazione:

$$V_{cr} = f \cdot V_s \quad [5]$$

dove f è un fattore che indica il valore dei contenuti (mobilia, elettrodomestici) rispetto al valore della struttura, considerando ogni piano arredato.

Il valore del contenuto commerciale V_{cc} (€/mq) è dato dalla relazione:

$$V_{cc} = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ad}(j) \cdot ad_{sc}(j)}{A_{sc}} \quad [6]$$

dove V_{ad} è il valore medio sull'area geografica di riferimento (Regione, Comune) dell'attività commerciale di tipo j per numero medio di addetti di quell'area geografica, $ad_{sc}(j)$ è il numero di addetti all'attività j nella sezione censuaria, n è il numero di attività considerate.

Per procedere alla valutazione del danno è necessario disporre di alcuni dati fondamentali, le cui fonti variano tra paese e paese. Per l'Italia si può fare riferimento a:

- censimento della popolazione e degli immobili (Istat);
- censimento delle attività industriali e del terziario (Istat);
- quotazioni degli immobili (Agenzia del Territorio)
- studi sul commercio (Agenzia delle Entrate)

In particolare le quotazioni degli immobili possono essere utilizzate per definire l'intervallo di valori per il parametro c di vulnerabilità dell'equazione [3]. Infatti, a seconda del tipo di edificio e dello stato di manutenzione, i danni alla struttura dovuti ad un evento alluvionale possono, in teoria, variare da poco alla completa distruzione. Nel caso di studio, assumendo che, a seguito di un evento alluvionale, l'immobile necessiti di una manutenzione completa e considerato che il rapporto tra il valore di mercato di un appartamento da ristrutturare ed uno in perfette condizioni è compreso in un intervallo pari a 0.15-0.30, si è assunto il parametro c pari a 0.2. Per la stima dei danni ai contenuti, invece, il parametro c viene posto pari a 1 in quanto si assume che tutti i contenuti, sia residenziali che commerciali, debbano essere completamente sostituiti a seguito di un evento alluvionale.

Analogamente per la stima del parametro f dell'equazione [5], si fa riferimento ai valori di mercato di locazione per appartamenti ammobiliati e non ammobiliati. Valori tipici per il caso in esame sono compresi tra 0.10-0.18.

La stima del parametro V_{ad} risulta, in generale, piuttosto complessa in quanto dipende dal luogo in cui è ubicata l'attività. Ad esempio, nei centri storici cittadini, come Firenze, un negozio di moda può essere da 5 a 12 volte più redditizio della media nazionale. Inoltre, a seguito di un evento alluvionale, l'attività commerciale ha perdite dovute alla sospensione dell'attività per un certo periodo di tempo ed alla distruzione della merce presente in magazzino. Di tali danni si deve, pertanto, attraverso opportune parametrizzazioni, tenere conto nella valutazione di V_{ad} .

4. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La metodologia di valutazione del danno può essere applicata ai vari scenari di riferimento in termini di eventi di piena riferiti ai vari tempi di ritorno considerati. In questo modo viene, quindi, stimata la perdita economica per ogni tempo di ritorno considerato.

Interpolando i dati ottenuti, viene definita la curva danno-frequenza, da cui è poi possibile calcolare il danno atteso annuo EAD, definito come la somma dei danni causati da tutte le alluvioni di qualsiasi magnitudine, ponderate alla probabilità di accadimento in ogni singolo anno, ovvero:

$$Risk = EAD = \int_0^1 D_{\square_{tot}}(T_r) \cdot d\left(\frac{1}{T_r}\right) \quad [7]$$

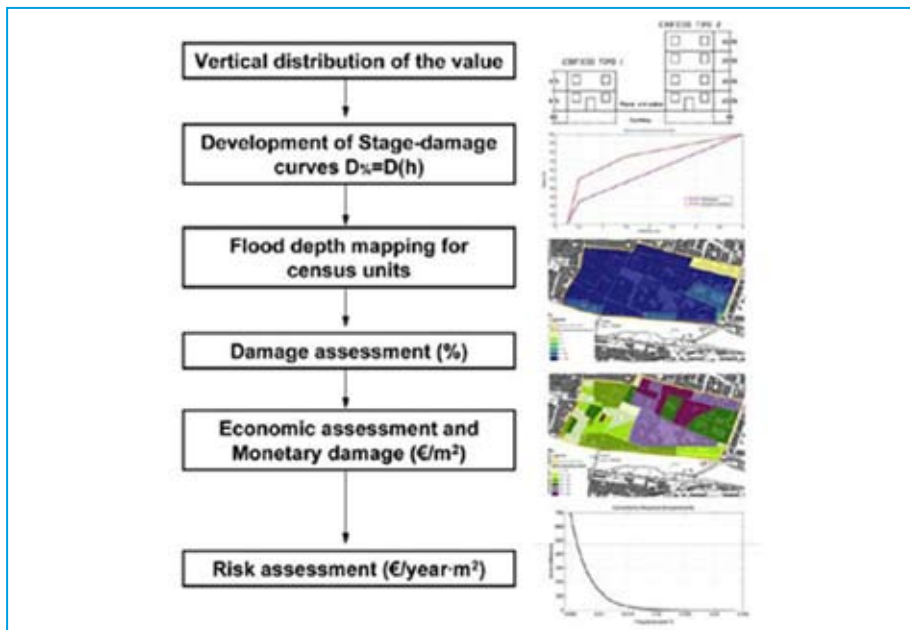
5. IL CASO DI STUDIO

L'area di studio è la zona di Santa Croce nel centro storico di Firenze, che si estende su circa 0,5 kmq, contiene 58 sezioni censuarie e 4081 abitanti (Istat 2001). Le maggiori attività sono costituite da attività commerciali, tra cui negozi di pelletteria, alberghi e ristoranti. Nel quartiere sono presenti numerosi capolavori artistici, chiese, musei e la famosa Biblioteca Nazionale. La metodologia sviluppata non prende in considerazione tale patrimonio artistico e culturale, ma valuta i danni esclusivamente sulle strutture e sui contenuti residenziali e commerciali.

5.1 Modellazione idrologico-idraulica

Il modello idrologico-idraulico di riferimento è stato sviluppato dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno per la redazione del Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI). Per la parte idrologica si fa riferimento al modello di regionalizzazione delle portate di piena ALTO, mentre per la parte idraulica lo schema considerato fa riferimento a condizioni di moto vario unidimensionale in alveo e quasi-bidimensionale nelle aree allagate.

Figura 3 - Metodologia di valutazione del rischio basata sulla sezione censuaria

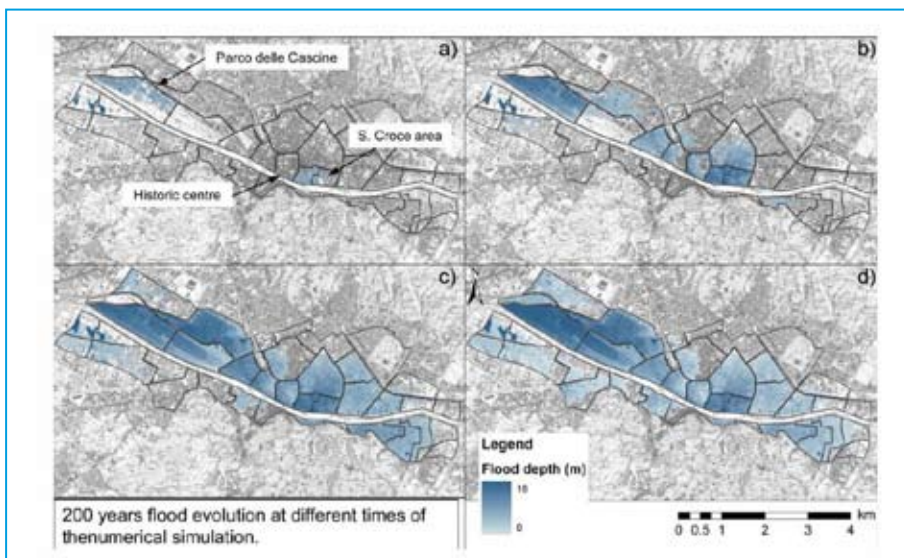


In particolare, per quanto attiene le aree allagate, è stato sviluppato, in ambiente Hec-Ras (vers. 4.1.0), un modello a celle (*storage areas*) maggiormente dettagliato rispetto a quello originario in cui gli idrogrammi in ingresso sono costituiti dalle portate di esondazione del Fiume Arno, stimate sulla base del modello unidimensionale con schema di moto vario in alveo. Le celle sono collegate tra loro attraverso connessioni schematizzate come degli sfioratori a soglia fissa (*lateral weirs*). I livelli d'acqua nelle celle e i flussi idrici tra di esse sono calcolati sulla base dell'equazione di continuità; gli sfioratori di connessione possono essere a efflusso libero o rigurgitato.

I dati territoriali di base sono costituiti dal rilievo LIDAR ad alta risoluzione, da cui è stato ricavato il DTM ed il DSM. Tramite l'ausilio di strumenti GIS sono stati individuati il perimetro delle celle, la loro geometria e la curva di invaso, e la geometria delle connessioni.

I risultati del modello mettono in evidenza che le esondazioni a Firenze, nel centro storico, iniziano a verificarsi per eventi di piena relativi a tempi di ritorno centennali, con durate di pioggia critiche comprese tra 18 e 24 ore.

Figura 4 - Battenti a Firenze su scenario con $T_r=200$ anni e durate di pioggia 16 (a), 18 (b), 22 (c) e 26h (d)



5.2 Valutazione del danno

Le categorie di danno prese in considerazione per l'area di studio sono:

- strutture a due piani fuori terra e piano seminterrato (cantina);
- strutture a quattro piani fuori terra e piano seminterrato (cantina);
- contenuti residenziali in edificio a due piani fuori terra e piano seminterrato (cantina);
- contenuti residenziali in edificio a quattro piani fuori terra e piano seminterrato (cantina);
- contenuti di tipo commerciale (pelletterie ed abbigliamento) per attività al piano terra in edificio a doppia destinazione d'uso con magazzino ospitato al piano interrato;
- contenuti di tipo commerciale (strutture ricettive) per attività al piano terra in edificio a doppia destinazione d'uso.

Per l'elaborazione delle curve di danno si è assunto che:

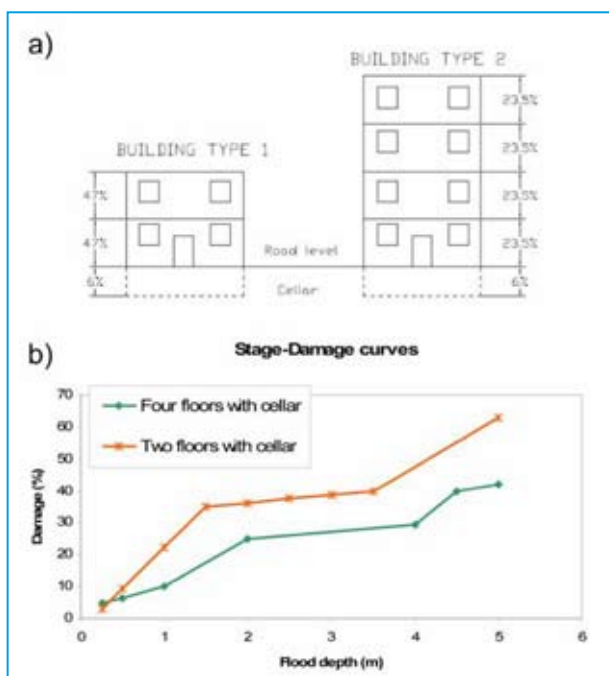
- per le strutture ed i contenuti residenziali, ogni piano fuori terra abbia lo stesso valore e che il valore della cantina sia pari al 6% del totale
- per le attività commerciali, il 100% del valore dell'attività si trovi al piano terra ed in cantina, in quanto utilizzata come magazzino
- gli immobili con più di due piani fuori terra sono considerati come edifici a quattro piani.

Si è ipotizzato, inoltre, che il danno sia nullo per battenti, riferiti al livello della strada, inferiori a 25 cm.

Calcolati, pertanto, in ambiente GIS i battenti medi sulle sezioni censuarie, vengono stimate le curve danno-battenti, riferite alle varie strutture ed ai contenuti residenziali e commerciali, sulla base delle equazioni riportate al paragrafo 3.

Sulla base dei dati del censimento, della quotazione degli immobili e degli studi sul commercio, per l'area di studio, Q_{mm} è posto pari a 4.000 €/mq, V_{ad} è stimato pari a 76.000 € per le pelletterie ed a 13.000 € per le strutture ricettive.

Figura 5 - Schema di riferimento per la distribuzione verticale del danno (a) e curve del danno strutturale-battente per edifici (b)



5.3 Risultati

La metodologia proposta è stata applicata agli eventi con tempo di ritorno centennale e duecentennale. In riferimento all'evento con tempo di ritorno duecentennale, si ottengono le mappe di danno percentuale e della perdita economica riportate nelle figure 6 e 7.

Figura 6 - Danno percentuale agli edifici per $T_r=200$ anni

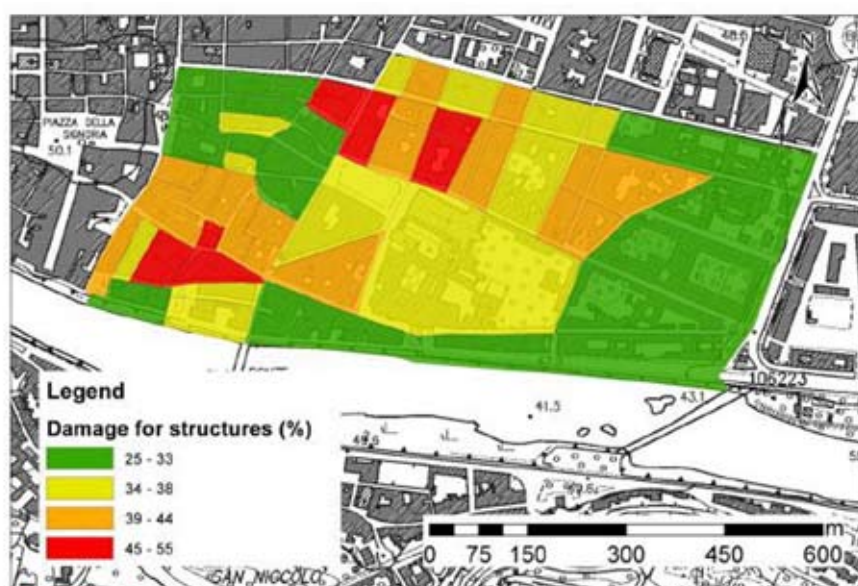


Figura 7 - Mappa dei valori monetari delle strutture (€/mq) riferiti alla sezione censuaria

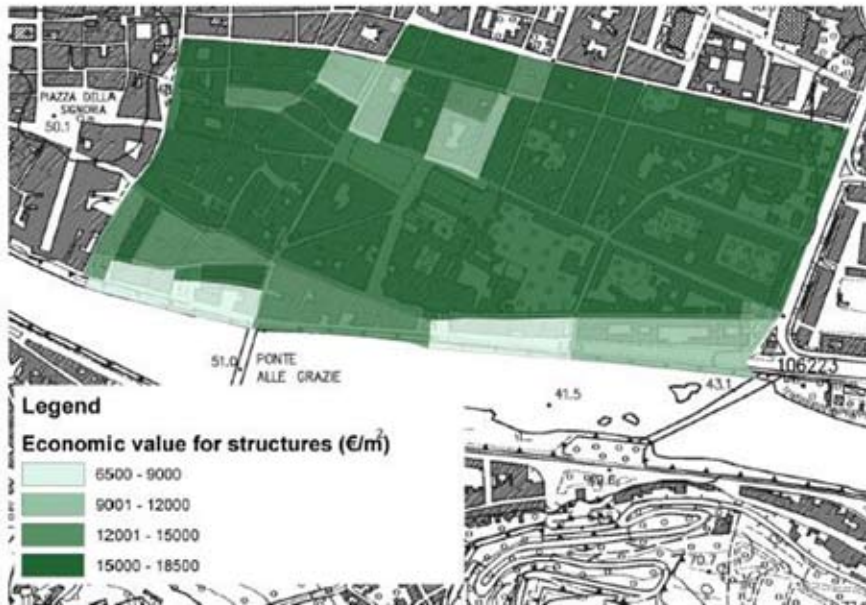


Figura 8 - Mappa del danno economico delle strutture (€/mq) per Tr=200 anni



Si ottiene inoltre che, il danno medio percentuale alle strutture è del 7% per un evento centennale, del 36% per un evento duecentennale, ai contenuti commerciali del 20% e del 85%, ai contenuti residenziali del 7% e del 30%.

Come indicato nella figura 9, la distribuzione spaziale del valore economico delle strutture, per unità di area della sezione censuaria, è abbastanza eterogeneo, riflettendo la combinazione di di-

versa densità e tipologia degli edifici nell'area di studio. Il danno economico totale medio nell'area di studio, considerando tutte le categorie, è pari a 340 €/mq per l'evento centennale ed a 1750 €/mq per l'evento duecentennale.

È stato, quindi, possibile costruire la relazione danno-frequenza per l'area di studio e calcolare il danno atteso annuo EAD che, per l'area di Santa Croce, risulta pari a 5.6 milioni/anno, pari a 14€/mq annui. La figura 10 mostra la distribuzione spaziale del danno atteso annuo. Si evidenzia che in molte sezioni censuarie il rischio idraulico è più elevato del valore medio, in quanto risente dei maggiori battenti idrici e della differente densità di attività commerciale ed del loro diverso valore economico.

Tabella 1 - Stima dei danni totali e dei danni medi per unità di superficie censuarie

| Damage Categories | 100 yr flood (M€) | 100 yr flood (€m ²) | 200 yr flood (M€) | 200 yr flood (€m ²) |
|---------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Structures | 84,5 | 211 | 449,6 | 1124 |
| Household contents | 41,5 | 103 | 197,3 | 493 |
| Commercial contents | 10,7 | 27 | 45,1 | 113 |
| Total | 136,7 | 340 | 692 | 1750 |

Figura 9 - Mappa del rischio idraulico a Santa Croce (€/mq annuo). Valori per unità di superficie della sezione censuarie



6. Conclusioni

La metodologia per la valutazione del rischio applicata al quartiere di Santa Croce a Firenze ha permesso di ottenere la mappa del rischio idraulico, espresso come €/mq annuo per unità di superficie della sezione censuaria e come danno totale (€/anno).

La metodologia proposta costituisce un punto di partenza e può essere ulteriormente dettagliata sia con l'applicazione di un modello idraulico bidimensionale o a rete in area urbana, sia con la valutazione del danno per ulteriori categorie ed attività rispetto a quelle considerate, sia con una accuratezza maggiore nella valutazione della vulnerabilità.

La stima del rischio idraulico in termini economici fornisce uno strumento per la valutazione delle possibili misure ed interventi di riduzione del rischio. Difatti, confrontando, il danno economico atteso in un intervallo temporale ed il costo per la realizzazione degli interventi di riduzione del rischio, è possibile valutare la convenienza o meno delle opere previste. Nel caso in esame, ad esempio, considerando per il tempo di ritorno centennale, un danno economico di 136 milioni di euro per la sola zona di Santa Croce, si comprende bene come, in termini economici, sarebbe conveniente realizzare le casse di espansione previste a monte di Firenze ed il rialzamento della diga di Levane. Il costo totale di questi interventi ammonta a circa 100 milioni di euro, e, in termini di riduzione del rischio, tali opere garantirebbero la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno centennale a Firenze e nel Valdarno superiore.

Bibliografia

Apel, H. et al, 2008. *Flood risk analyses- how detailed do we need to be?*. Natural Hazards and Earth System Sciences, .

Arrighi, C., Brugioni, M., Castelli, F., Franceschini, S., and Mazzanti, B., 2013. *Urban micro-scale flood risk estimation with parsimonious hydraulic modelling and census data*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 1375-1391, doi:10.5194/nhess-13-1375-2013.

Arrighi C., Brugioni M., Castelli F., Franceschini S. and Mazzanti B., 2013. *Micro-scale flood risk estimation in historic centres: a case study in Florence, Italy*.

European Geosciences Union, General Assembly, Wien 07-12 April 2013.

Autorità di Bacino del fiume Arno, 2002. *Progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico*.

Barredo, J. I., 2009. *Normalised flood losses in Europe: 1970-2006*. Natural Hazards and Earth System Sciences.

Elmer, F., Hoymann, J. et al., 2012. *Drivers of flood risk change in residential areas*. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2012.

Ernst, J. et al, 2010. *Micro-scale flood risk analysis based on detailed 2D hydraulic modelling and high resolution geographic data*. Natural Hazards and Earth System Sciences.

Genovese, E., 2006. *A methodological approach to land use based flood damage assessment in urban areas: Prague case study*.

Jonkman, S. et al., 2008. *Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands*. Elsevier.

Lugeri, N. et al., 2006. *Flood risk in Europe: analysis of exposure in 13 countries*. Institute for environment and sustainability.

Luino, F. et al, 2009. *Application of a model to the evaluation of flood damage*.

Oliveri, E. and Santoro, M., 2000. *Estimation of urban structural flood damages: the case study of Palermo*. Elsevier.

ACQUE IN CITTÀ, LE REGOLE DEI COMUNI

G. NANNI¹ E G. ZAMPETTI¹

¹Legambiente

ABSTRACT

L'attenzione alla risorsa idrica rappresenta un fattore strategico nel governo delle città, anche intervenendo nell'ambito della riqualificazione degli edifici e degli ambienti cittadini. Mettere in pratica azioni per il risparmio della risorsa idrica nelle case (attraverso la raccolta della pioggia e la separazione, trattamento e riuso delle acque grigie), così come nelle attività industriali e agricole, e adottare dei regolamenti edilizi per la riqualificazione degli edifici anche dal punto di vista idrico sono scelte obbligate, per una concreta politica di tutela della risorsa. Ma soprattutto sono interventi a basso costo, da parte delle amministrazioni, che consentono da subito risultati concreti. Occorre rendere obbligatorio, per tutte le nuove costruzioni e per gli interventi di ristrutturazione degli edifici, la separazione tra le acque nere, che vanno in fognatura, e acque bianche e grigie da riciclare per usi domestici e civili non potabili e azioni finalizzate al risparmio idrico. Alla luce di tutto questo il grande tema del risparmio e della gestione della risorsa idrica è entrato ormai da alcuni anni a far parte di numerosi Regolamenti Edilizi improntati alla sostenibilità ambientale, come dimostrano i casi riportati in queste pagine, raccolti in occasione del rapporto ONRE 2013 di Legambiente e Cresme sui regolamenti edilizi comunali e lo scenario dell'innovazione energetica e ambientale in Italia.

Parole chiave: Regolamenti edilizi, risparmio idrico, sostenibilità urbana, pianificazione comunale, recupero acque.

1. INTRODUZIONE

In Italia, negli ultimi 60 anni (1948 - 2011), in media quattro regioni ogni anno sono state colpite da eventi meteorologici che hanno causato frane e alluvioni con conseguenze spesso catastrofiche. Ma negli ultimi 10 anni (2000-2011) la frequenza degli eventi è aumentata di molto e ogni anno il numero di regioni coinvolte in media è raddoppiato. Un dato che evidenzia l'incrementarsi della frequenza con cui questi eventi si verificano nel nostro Paese e l'eccezionalità di fenomeni meteorologici intensi che sta diventando ormai ordinarietà. Una conferma del cambiamento climatico e il conseguente intensificarsi di fenomeni meteorologici intensi arriva dai dati Ispra (Annuario dei dati ambientali 2011, Ispra 2012) relativi alla quantità di pioggia caduta nei principali eventi alluvionali dal 2009 ad oggi, come quello di Messina nel 2009, della Liguria nel 2010 e 2011, della Toscana (in Lunigiana nel 2011 e in Maremma nel 2012), la concentrazione di pioggia caduta al suolo nelle 24 ore più critiche corrisponde spesso a circa un terzo, o a volte alla metà, delle precipitazioni medie annue della regione.

La risposta a impatti di questa dimensione, che in assenza di una inversione nella curva delle emissioni di gas serra rischiano addirittura di accelerare nei prossimi decenni, chiama quindi in causa i governi locali e le politiche. L'Unione Europea ha infatti definito una strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici che tutti i Paesi sono chiamati a seguire e in molte città europee e degli Stati Uniti sono stati definiti nuovi strumenti di pianificazione e intervento che hanno al centro il tema del l'adattamento ai cambiamenti climatici. Capire i rischi e gli impatti legati ai cambiamenti climatici nel territorio, con specifica attenzione alle urbane, è diventata oggi una priorità.

Per comprendere e affrontare in maniera efficace questo fenomeno però diventa importante considerare anche un altro fattore che ha sconvolto il regime idraulico delle grandi aree urbane ma non solo, l'impermeabilizzazione del suolo.

Più aumentano le superfici impermeabilizzate, più si riduce la naturale capacità di assorbimento, rallentamento e laminazione del territorio; bastano così anche eventi piovosi non straordinari per causare l'allagamento di interi quartieri e provocare danni rilevanti in occasione di eventi di pioggia anche non eccezionali. Allagamenti che purtroppo causano anche delle vittime come testimoniano recenti fatti di cronaca. Per questo la gestione delle acque di pioggia è uno dei grandi problemi ambientali delle città in termini di aumento del rischio idraulico (accelerazione ed incremento dei deflussi legati all'aumento delle superfici impermeabilizzate). Questo problema diventerà sempre più rilevante, come si è visto, anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto, che porteranno a precipitazioni sempre più violente e quindi aumenteranno la probabilità di allagamento delle aree urbane. Per risolvere il problema è oggi necessario ad esempio laminare i deflussi attraverso la realizzazione di sistemi di accumulo e riutilizzo delle acque in ambito urbano. Tali sistemi sono in grado di raccogliere e trattenere le acque di dilavamento urbano, sia per ridurne gli impatti negativi in termini sanitari, ambientali ed idraulici, sia per sfruttarle come risorsa.

Ancora oggi in Italia, inoltre, secondo gli ultimi dati Istat, 15 milioni di cittadini (pari al 25% del totale) scaricano i loro reflui nei fiumi, nei laghi e nel mare senza depurazione adeguata. Completare la rete di depurazione sul territorio, adeguandola ai moderni standard tecnologici e di qualità è un passaggio fondamentale per assicurare gli obiettivi di qualità della risorsa. Per far questo occorre puntare a realizzare un'efficace depurazione (possibilmente contenendo i costi), commisurata a mantenere in buone condizioni il corpo idrico che riceve gli scarichi, utilizzando laddove necessario e possibile, trattamenti più efficaci e meno centralizzati o sistemi alternativi quali la fitodepurazione. Nove milioni di abitanti (pari al 15% del totale), inoltre, non sono serviti dalla rete fognaria e si stima siano circa il 20% le condotte non allacciate ad impianti di depurazione. Inoltre il 70% delle fogne scorre in reti miste che raccolgono gli scarichi civili (acque nere e grigie) e le acque meteoriche (acque bianche), con forte aumento di portate della condotta in caso di intense precipitazioni e gravi problemi per il sistema di depurazione. Per questo si ritiene necessario e urgente completare il sistema di raccolta degli scarichi, attivando fin da subito interventi volti alla separazione delle acque di pioggia (acque bianche, da trattenere per favorirne l'infiltrazione) dalle acque di scarico (acque nere) per migliorare l'efficienza della depurazione. Infine in alcuni Comuni l'accesso all'acqua è razionato e la distribuzione nelle case è irregolare, soprattutto nei mesi estivi. Garantire un buon servizio affidabile e migliorarne l'efficacia, eliminando eventuali discontinuità dell'approvvigionamento di acqua potabile è un intervento necessario, a partire dall'ammmodernamento della rete di distribuzione che ancora oggi perde circa un terzo dell'acqua potabile in tubi colabrodo. Un'azione che consentirebbe anche di minimizzare i volumi prelevati lasciando ai corpi idrici l'acqua necessaria al mantenimento o al ripristino del loro buono stato di qualità.

È evidente allora che l'attenzione alla risorsa idrica rappresenta un fattore strategico nel governo delle città, anche intervenendo nell'ambito della riqualificazione degli edifici e degli ambienti cittadini. Mettere in pratica azioni per il risparmio della risorsa idrica nelle case (attraverso la raccolta della pioggia e la separazione, trattamento e riuso delle acque grigie), così come nelle attività industriali e agricole, e adottare dei regolamenti edilizi per la riqualificazione degli edifici anche dal punto di vista idrico sono scelte obbligate, per una concreta politica di tutela della risorsa. Ma soprattutto sono interventi a basso costo, da parte delle amministrazioni, che consentono da subito risultati concreti. Occorre rendere obbligatorio, per tutte le nuove costruzioni e per gli interventi di ristrutturazione degli edifici, la separazione tra le acque nere, che vanno in fognatura, e acque bianche e grigie da riciclare per usi domestici e civili non potabili e azioni finalizzate al risparmio idrico.

Alla luce di tutto questo il grande tema del risparmio e della gestione della risorsa idrica è entrato ormai da alcuni anni a far parte di numerosi Regolamenti Edilizi improntati alla sostenibilità ambientale, come dimostrano i casi riportati in queste pagine, raccolti in occasione del rapporto ONRE 2013 di Legambiente e Cresme sui regolamenti edilizi comunali e lo scenario dell'innovazione energetica e ambientale in Italia.

2. I REGOLAMENTI EDILIZI PER LA GESTIONE DELLE ACQUE IN CITTÀ

In particolare sono **570 i Comuni** che inseriscono il **tema del risparmio idrico** all'interno dei propri Regolamenti Edilizi, di cui 505 ne prevedono l'obbligo mentre altri 15 propongono incentivi. Molto frequentemente viene anche promosso l'uso di contatori per l'acqua potabile allo scopo di favorire una diminuzione dei consumi e dei costi per le famiglie, includendo quindi l'aspetto fondamentale dei **comportamenti individuali**.

A livello regionale troviamo in Lombardia ben 239 Comuni dei 570 segnalati, a cui seguono la Toscana con 89 e l'Emilia-Romagna con 82. In Piemonte risultano 40 Comuni, in Veneto e Lazio 25. In Puglia si situano 11 Comuni, in Friuli-Venezia Giulia 9, nelle Marche 8, in Campania e Liguria 7, in Trentino Alto Adige e Umbria 6, in Abruzzo e Basilicata 5, in Sardegna 3. Con un solo Comune: Calabria, Molise e Sicilia.

Un esempio concreto di questo tipo di norme è quello della contabilizzazione obbligatoria dei consumi idrici attuata nel Regolamento Edilizio di **Cividate al Piano** (BG) del 10/2/2010.

In questo Comune si chiede, al fine di ridurre il consumo di acqua potabile, di contabilizzare l'utilizzo di acqua potabile così da garantire che i costi per l'approvvigionamento sostenuti dall'immobile vengano ripartiti in base ai consumi reali effettuati da ogni singolo proprietario o locatario. Tale obbligo va applicato a tutti gli edifici di nuova costruzione, mentre per gli edifici esistenti il provvedimento si applica nel caso di rifacimento della rete di distribuzione dell'acqua potabile. Inoltre viene obbligata l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso di acqua dalle cassette di scarico dei gabinetti in base alle esigenze specifiche. Il provvedimento riguarda i servizi igienici negli appartamenti e in quelli riservati al personale di tutti gli edifici di nuova costruzione. Per gli edifici esistenti il provvedimento si applica sempre nel caso di rifacimento dei servizi igienici.

Il requisito si intende raggiunto quando siano installate cassette di scarico dotate di un dispositivo comandabile manualmente che consenta in alternativa o di regolazione continua, in fase di scarico, del volume di acqua scaricata, oppure di regolazione, prima dello scarico, di almeno due diversi volumi di acqua: il primo compreso tra 7 e 12 litri e il secondo compreso tra 5 e 7 litri.

Al tempo stesso è inevitabile affiancare al tema del risparmio quello del **recupero delle acque piovane**, proprio perché l'attenzione alla risorsa idrica rappresenta un fattore chiave per la sostenibilità in edilizia. Il parametro del recupero delle acque piovane è presente in **556 Comuni**, di cui 449 lo rendono un requisito obbligatorio. L'aspetto negativo è quello che vede ancora

Figura 1 - Schema di funzionamento di un impianto di recupero delle acque meteoriche per usi domestici



Fonte: Legambiente, Rapporto Onre

ad oggi circa il **97% di questi Comuni** virtuosi concentrati nelle Regioni del **Centro-Nord**. Inoltre molto spesso questo requisito vige solo se le superfici a verde sono di almeno 100 m². È importante sottolineare come su questo tema ci siano anche Leggi Regionali che sono intervenute, come nel caso dell' **Umbria** che impone il recupero delle acque piovane per la manutenzione delle aree verdi (pubbliche e private), per l'alimentazione integrativa delle reti antincendio e per gli autolavaggi (intesi sia come attività economica che per l'uso privato) per tutti gli edifici di nuova costruzione la cui copertura sia superiore ai 100 metri quadrati.

In Lombardia troviamo 223 dei 556 Comuni, seguono la Toscana con 93 e l'Emilia-Romagna con 81. In Piemonte risultano 36 Comuni, in Veneto 28 e nel Lazio 27. In Friuli Venezia-Giulia si situano 11 Comuni, in Liguria 9, nelle Marche e in Umbria 7, in Campania ed in Trentino Alto Adige 6, in Puglia e in Basilicata 5, in Abruzzo e Sardegna 4. Con un solo Comune: Calabria, Valle d'Aosta e Sicilia. Nonostante i dati poco incoraggianti anche al Sud iniziano ad essere presenti alcune buone pratiche importanti. E' il caso di **Contursi Terme** (SA) dove è obbligatorio recuperare le acque piovane in proporzione alla superficie dell'edificio e per non meno di 50 litri/m² grazie al Regolamento Edilizio del Dicembre 2011. In questo Comune si devono osservare le seguenti prescrizioni per la raccolta delle acque meteoriche nei casi di nuova edificazione: si dovranno prevedere, quale opera di urbanizzazione primaria, la realizzazione di apposite cisterne di raccolta dell'acqua piovana, della relativa rete di distribuzione e dei conseguenti punti di presa per il successivo riutilizzo, da ubicarsi al di sotto della rete stradale, dei parcheggi pubblici o delle aree verdi e comunque in siti orograficamente idonei. La quantità di acqua che tali cisterne dovranno raccogliere dipenderà dalla massima superficie coperta dei fabbricati da realizzarsi nell'intero comparto e non dovrà essere inferiore a 50 l/mq. Mentre per gli edifici esistenti l'acqua proveniente dalle coperture dovrà essere convogliata in apposite condutture sottostanti la rete stradale, predisposte in occasione dei rifacimenti di pavimentazione o di infrastrutture a rete, comprensive delle relative reti di distribuzione e dei conseguenti punti di presa.

Un altro esempio importante viene dal Comune di **Lomagna** (LC). Qui l'Allegato Energetico-Ambientale del 26/10/2007, redatto insieme ad altri 10 Comuni del territorio lecchese, prevede l'obbligo sia del risparmio idrico, per almeno il 30% rispetto al dato stimato di 250 litri al giorno per abitante, sia il recupero delle acque meteoriche.

Anche il recupero delle acque grigie (parte delle acque domestiche derivate dagli scarichi della cucina, della doccia, vasche da bagno e lavandini) è affrontato da molti Regolamenti Edilizi comunali. Sono infatti **199 i Comuni** che includono questo tema, di cui 39 ne fanno un requisito cogente sia nel caso di nuova costruzione sia in quello di ristrutturazioni importanti. In altri 25 casi sono previsti incentivi.

Figura 2 - Schema di recupero acque piovane



Fonte: Legambiente, Rapporto Onre

A livello regionale in Lombardia troviamo 66 Comuni, seguono l'Emilia-Romagna con 42 e la Toscana con 36. In Lazio risultano 15 Comuni, in Piemonte 9 e Veneto 7. In Puglia si situano 11 Comuni, in Basilicata, Liguria e Marche 4, in Campania e Liguria 7, in Sardegna 3, in Abruzzo e Puglia 2. Con un solo Comune: Calabria, Friuli-Venezia Giulia, Trentino Alto Adige e Umbria.

Tra i migliori esempi da riportare c'è quello del Comune di **Ravenna** dove il 10 Marzo 2011

è stato approvato il nuovo Regolamento Urbanistico Edilizio. A Ravenna i sistemi di captazione e di accumulo delle acque grigie devono obbligatoriamente assicurare un recupero pari ad almeno al 70%, predisponendo filtri idonei che le rendano adatte agli usi compatibili all'interno dell'edificio o al suo esterno. Ma soprattutto per le nuove realizzazioni viene chiesta una modalità diversa di progettazione e di concezione degli edifici, in modo tale da favorire il recupero delle acque grigie provenienti dagli scarichi di lavabi, docce, vasche da bagno, lavatrici.

Altro esempio virtuoso è quello del **già citato Comune di Civate al Piano** (BG) dove il riutilizzo delle acque grigie è obbligatorio per edifici di nuova costruzione. Anche in questo caso i sistemi di captazione e di accumulo delle acque grigie devono assicurare un recupero pari ad almeno al 70%, predisponendo filtri idonei che le rendano adatte agli usi successivi. Per quanto riguarda gli edifici esistenti l'obbligo viene attuato in caso di sostituzione dell'impianto idrico, e la richiesta è quella di assicurare un recupero pari ad almeno al 50%.

Figura 3 - Tetto Verde su copertura azienda Co.Pa.Ri. a Forlì (FC)



Fonte: Legambiente, Rapporto Onre

bacino imbrifero di oltre 3.500 ettari e riceve gli scarichi di numerose attività produttive di tipo agroalimentare e dei depuratori fognari dei Comuni di Medolla, S. Felice sul Panaro, Massa Finalese e Canaletto. L'area di fitodepurazione "Le Meleghine", presentando caratteristiche e condizioni favorevoli al rifugio e allo sviluppo di specie vegetali ed animali, ha assunto anche una rilevante valenza naturalistica.

Tra gli impianti di fitodepurazione più noti, realizzato nel 2003, è da citare quello comunale di **Dicomano** (FI). Questo progetto nasce da uno Studio di Fattibilità effettuato nel 1997 dall'ARPAT su commissione della Comunità Montana del Mugello, Alto Mugello e Val di Sieve.

L'impianto tratta i reflui dell'abitato di Dicomano per un totale di 3.500 abitanti. Tale impianto, del tipo multistadio, è attualmente funzionante e rappresenta il più grande impianto italiano di

Le norme comunale possono incentivare e stimolare anche altri tipi di applicazioni legate alla risorsa idrica. In particolare la **fitodepurazione** inizia ad essere una pratica diffusa proprio in quei Comuni più attenti alle tematiche citate in precedenza.

Un esempio è quello che viene dal fitodepuratore di "Le Melenghine" un'area nei pressi di **Finale Emilia** (MO). L'impianto è stato realizzato su una superficie complessiva di oltre 35 ettari, trasformando l'intera area in una vera e propria "zona umida" d'interesse naturalistico.

Le acque trattate sono prelevate dal Cavo Canalazzo, che sottende ad un

Figura 4 - Impianto di fitodepurazione di Melendugno (Le)



Fonte: Legambiente

fitodepurazione applicata come trattamento secondario. Le superfici utilizzate in totale risultano essere di oltre 6.000 metri quadrati.

Per rimanere sempre in Toscana un altro impianto di successo è quello sempre voluto dal Comune a **Capannori** (LU). Si tratta di un sistema di fitodepurazione di piccole dimensioni, ma di estrema importanza per il territorio che ha coinvolto. L'impianto infatti è situato nella parte bassa dell'abitato del paese ed è costituito da una sorta di bacino artificiale dell'ampiezza di circa 300 metri quadrati, in grado di servire circa 90 famiglie e di risolvere il problema dello scarico fognario. Prima del 2009 infatti le abitazioni della frazione S. Andrea in Caprile non erano servite da una rete di collettamento fognario e ciascuna famiglia provvedeva allo smaltimento dei propri reflui.

Buone pratiche di gestione dei reflui e di impianti di fitodepurazione arrivano anche dal sud Italia, come dimostra l'esperienza in Puglia di **Melendugno** (Le). L'impianto di fitodepurazione di Melendugno, con il suo attuale potenziale di 21.250 AE (abitante equivalente), è alimentato dalle acque provenienti dall'impianto di depurazione a servizio dei Comuni di Melendugno, Calimera e Martignano. La struttura si estende su di una superficie di 8,3 ha, di cui 5,1 ha occupati dai bacini ideati in modo tale da permettere lo scorrimento spontaneo delle acque attraverso una fitta vegetazione palustre; lungo il tragitto l'acqua viene depurata dai molti inquinanti organici. Inoltre l'impianto si colloca in una zona di particolare valenza ambientale, caratterizzata da aree naturali e da una posizione strategica nella dinamica dei flussi migratori dell'avifauna, dimostrando bene come si può coniugare un'esigenza di servizio, quale la depurazione degli scarichi, con la valorizzazione e la tutela ambientale.

BIBLIOGRAFIA

Legambiente, Cresme, 2013. *Rapporto ONRE 2013*.

Legambiente, 2012. *I costi del rischio idrogeologico*.

Istat, 2009. *Sistema di indagine sulle acque (SIA) - Dati aggiornati a novembre 2009*.

Ispra, 2012. *Annuario dei dati ambientali 2012*.

Istat, 2011. *Focus giornata mondiale dell'acqua, Le statistiche dell'Istat*.

Federutility, 2009. *Blue Book, a cura di UTILITATIS ed ANEA*.

CONSUMI IDRICI NEI SERVIZI TURISTICI CERTIFICATI CON IL MARCHIO ECOLABEL DELL'UNIONE EUROPEA

S. MINISTRINI¹, R. ALESSI¹, G. CESAREI¹, E. GRAZIANI¹, M. ANGELILLO²

¹ISPRA - Settore Ecolabel - Servizio per le Certificazioni Ambientali, ²Tirocinante ISPRA

ABSTRACT

Tra i criteri per la concessione del marchio Ecolabel dell'Unione europea per limitare alle strutture turistiche figura la limitazione del consumo idrico. In particolare i criteri per la concessione del marchio prevedono un'apposita sezione "Acqua" nella quale sono stabilite misure e modalità gestionali volte a limitare i consumi idrici e a monitorarne gli andamenti. Da uno studio effettuato nell'ambito di un progetto di tirocinio ISPRA avente per obiettivo quello di "indagare, valutare e raffrontare le prestazioni ambientali delle strutture ricettive turistiche italiane con marchio Ecolabel UE" attraverso un'analisi di benchmarking (...) con scenari di riferimento su scala locale, nazionale, europea, mediterranea ed internazionale", è emerso come l'applicazione dei criteri per la concessione del marchio Ecolabel UE consentano risparmi idrici sensibili e livelli di consumo idrico nettamente inferiori rispetto a quelli normalmente esistenti all'interno di strutture ricettive tradizionalmente gestite. Obiettivo del contributo è quello di illustrare e commentare i risultati dello studio nonché i possibili scenari di sviluppo futuri.

Parole chiave: Ecolabel, ricettività turistica, alberghi, sostenibilità, certificazione ambientale.

1. INTRODUZIONE

Tra gli strumenti di sostenibilità ambientale il marchio di qualità ecologica dell'Unione europea Ecolabel rappresenta uno strumento che consente il miglioramento delle prestazioni ambientali di prodotti e servizi. Dal 2003 sono stati pubblicati, con Decisione della Commissione europea, i criteri per la concessione del marchio al servizio di ricettività turistica. Dal 2003 sono quindi disponibili per le strutture di ricettività turistica, criteri ambientali la cui applicazione consente una riduzione degli impatti ambientali correlati al servizio offerto in termini di consumi idrici, energetici, uso di sostanze chimiche, produzione di rifiuti, etc. Tali criteri sono stati definiti con l'obiettivo non solo di limitare il consumo di risorse necessarie all'erogazione del servizio offerto, ma anche con l'obiettivo di promuovere la comunicazione e l'educazione ambientale. Tale obiettivo è particolarmente importante in termini di risultati prestazionali del servizio erogato in quanto il ruolo svolto dal cliente, turista, consumatore, rappresenta una variabile indipendente, nei livelli di consumo, sulla quale è possibile agire solo in termini di miglioramento della conoscenza e consapevolezza ambientale.

Nell'ambito degli obiettivi dei criteri per la concessione del marchio Ecolabel UE vi è quello di "limitare il consumo idrico". In particolare i criteri per la concessione del marchio prevedono un'apposita sezione "Acqua" nella quale sono stabilite misure e modalità gestionali volte a limitare i consumi idrici e a monitorarne gli andamenti, come ad esempio l'applicazione di riduttori di flusso ovvero una regolazione del flusso idrico che non superi i 9 litri/minuto, mentre per quanto riguarda il monitoraggio dei consumi, sono previste procedure per la rilevazione ed il controllo dei

dati relativi al consumo idrico. Tali dati sono comunicati annualmente all'Organismo competente per il rilascio del marchio.

Da uno studio effettuato sui dati di consumo pervenuti dalle strutture ricettive con servizio certificato Ecolabel UE avente per obiettivo quello di "indagare, valutare e raffrontare le prestazioni ambientali delle strutture ricettive turistiche italiane con marchio Ecolabel UE attraverso un'analisi di benchmarking (...) con scenari di riferimento su scala locale, nazionale, europea, mediterranea ed internazionale", sono emersi livelli di risparmio idrico importanti a seguito dell'applicazione dei criteri per la concessione del marchio Ecolabel UE.

Lo studio realizzato comprende l'analisi delle prestazioni ambientali riferite ai consumi idrici ed energetici tuttavia questi ultimi in tale contesto non analizzati.

Nei prossimi paragrafi sono illustrati la metodologia seguita nell'analisi dei dati, i risultati dello studio e un riferimento ai possibili scenari di sviluppo futuri.

2. I CRITERI PER LA CONCESSIONE DEL MARCHIO ECOLABEL UE

I criteri previsti dalla Decisione della Commissione 2009/578/CE per la concessione del marchio Ecolabel UE al servizio di ricettività turistica si suddividono in due sezioni: i criteri obbligatori, imprescindibili per l'ottenimento del marchio laddove applicabili, e i criteri facoltativi la cui scelta da parte del richiedente, ai fini del raggiungimento di un punteggio minimo, dipende dalla complessità e specificità del servizio offerto oltre che dalle caratteristiche tecniche della struttura ricettiva.

I criteri che riguardano gli aspetti idrici presenti nella Parte A della citata Decisione della Commissione "criteri obbligatori" sono:

Flusso di acqua da rubinetti e docce: *Il flusso medio di acqua dai rubinetti e dalle docce, esclusi i rubinetti della cucina e delle vasche, non deve superare i 9 litri/minuto.*

Risciacquo degli orinatoi: *Gli orinatoi devono avere un dispositivo di risciacquo automatico (con timer) o manuale tale da evitare un flusso di risciacquo continuo.*

Dati sul consumo di energia e di acqua: *La struttura ricettiva deve disporre di procedure per la rilevazione e il controllo dei dati sul consumo complessivo di energia (kWh), sul consumo di elettricità, sul consumo di altre fonti energetiche (kWh) e sul consumo di acqua (litri). I dati devono essere rilevati, ove possibile, a scadenza mensile o almeno annuale per il periodo di apertura della struttura ricettiva, e devono essere espressi anche sotto forma di consumo per pernottamento e per m² di superficie interna. La struttura ricettiva comunica ogni anno i risultati all'organismo competente che ha esaminato la domanda.*

I criteri presenti nella Parte B "criteri facoltativi" sono:

Utilizzo di acqua piovana e di acqua riciclata: *L'acqua piovana deve essere raccolta e utilizzata per scopi non sanitari e non potabili. L'acqua riciclata deve essere raccolta e utilizzata per scopi non sanitari e non potabili.*

Sistemi di irrigazione automatici per le aree esterne: *La struttura ricettiva deve utilizzare un sistema automatico che ottimizzi i tempi di irrigazione e il consumo idrico per le piante e le aree verdi esterne.*

Flusso di acqua da rubinetti e docce: *Il flusso medio di acqua in uscita dai rubinetti e dalle docce, esclusi i rubinetti delle vasche, non deve superare gli 8 litri/minuto.*

Scarico dei WC: *Almeno il 95 % dei WC deve consumare una quantità di acqua pari o inferiore a 6 litri per scarico.*

Consumo di acqua delle lavastoviglie: *Il consumo di acqua delle lavastoviglie [espresso come W(misurato)] deve essere inferiore o uguale alla soglia risultante dall'equazione riportata di seguito utilizzando lo stesso metodo di prova (EN 50242) e lo stesso programma di lavaggio indicati nella direttiva 97/17/CE.*

Consumo di acqua delle lavatrici: *Le lavatrici utilizzate nella struttura ricettiva dagli ospiti e dal personale o quelle impiegate dal fornitore dei servizi di lavanderia della struttura ricettiva devono utilizzare al massimo 12 litri di acqua per kg di carico misurato secondo la norma EN 60456, utilizzando il ciclo normale cotone a 60 °C previsto dalla direttiva 95/12/CE.*

Temperatura e flusso dell'acqua dei rubinetti: *Per almeno il 95 % dei rubinetti deve essere possibile regolare precisamente e velocemente la temperatura e il flusso dell'acqua.*

Timer per docce: *Tutte le docce delle zone destinate al personale, delle aree esterne e comuni devono essere munite di un temporizzatore/sensore di prossimità per l'arresto automatico del flusso d'acqua dopo un tempo predeterminato o in caso di mancato utilizzo.*

Orinatoi a risparmio idrico: *Tutti gli orinatoi devono utilizzare un sistema senz'acqua oppure disporre di un dispositivo di risciacquo automatico o manuale che permetta il risciacquo del singolo orinatoio solo in caso di utilizzo.*

Tali criteri richiedono da parte del richiedente il marchio l'attuazione di misure tecniche e gestionali finalizzate a ridurre i consumi idrici ed a garantirne un loro monitoraggio nel tempo.

3. I CONSUMI IDRICI NELLE STRUTTURE RICETTIVE CON SERVIZIO CERTIFICATO: L'ANALISI DEI DATI

I consumi idrici rappresentano un aspetto importante nella gestione di una struttura turistica. Soprattutto negli ultimi anni, con l'incremento di centri benessere e/o piscine, tali consumi sono in continua crescita, ed indagare su nuove soluzioni architettoniche, tecnologiche ed impiantistiche, risulta essere fondamentale per minimizzare gli sprechi e assicurare un uso efficiente e razionale delle risorse.

Nello studio effettuato, sono stati analizzati e valutati i livelli prestazionali dei servizi certificati con il marchio Ecolabel UE, misurandone quindi la prestazione a seguito dell'applicazione dei criteri ecologici, rispetto ai livelli prestazionali di servizi privi di tale etichetta comunitaria. I dati sono stati acquisiti in parte tramite la predisposizione di un apposito questionario ed in parte desunti dalle comunicazioni dei dati di consumo che le strutture con servizio certificato Ecolabel UE devono inviare annualmente all'Organismo competente. I dati si riferiscono alle strutture turistiche con servizio certificato in Italia negli anni dal 2007 al 2010. Il campione di strutture turistiche considerato si riferisce a strutture alberghiere le quali rappresentano il 70% rispetto al totale delle tipologie di strutture ricettive con servizio certificato Ecolabel UE al febbraio 2012 (ISPRA, 2012).

I dati sono stati aggregati e normalizzati in modo da comporre classi di confronto tali da consentire un'analisi comparativa valida con riferimento a valori di benchmark afferenti a diversi contesti territoriali. A tal fine sono state analizzate informazioni relative ai dati forniti dalle strutture sulla base di parametri di cui 14 relativi ad informazioni di tipo generale e 10 di tipo prestazionale (cfr. tabella 1). Il campione di dati analizzati riguarda un numero di strutture alberghiere pari a 150 (105 hotel, 13 agriturismi, 10 bed and breakfast, 10 rifugi, 7 residence, 4 case per ferie e 1 ostello). Il 53% delle strutture considerate sono situate al nord, mentre il 15% è situato al centro e il 32% al sud Italia.

4. ANALISI COMPARATA

Un'analisi comparata dei dati è stata effettuata sulla base di un benchmark di tipo statistico (più strutture campione distribuite sul territorio nazionale) che ha previsto il confronto con valori afferenti a 4 contesti di riferimento:

1. Benchmark locale/regionale - Italia,
2. Benchmark nazionale - Italia,
3. Benchmark europeo (UE),
4. Benchmark area mediterranea/internazionale.

Tabella 1 – Informazioni relative ai dati analizzati

| | |
|-----------------------------------|--|
| INFORMAZIONI GENERALI | <p>Tipo di richiesta</p> <p>Tipo di struttura</p> <p>Occupazione</p> <p>Clima</p> <p>Posizione geografica</p> <p>Regione</p> <p>Provincia</p> <p>Mq</p> <p>N. di stanze</p> <p>N. di posti letto</p> <p>Categoria</p> <p>Servizio di ristorazione</p> <p>Verde</p> <p>Fitness</p> |
| INFORMAZIONI PRESTAZIONALI | <p>N.pern. 2007</p> <p>Consumo acqua 2007 l/pern</p> <p>N.pern. 2008</p> <p>Consumo acqua 2008 l/anno</p> <p>N. pern. 2009</p> <p>Consumo acqua 2009 l/pern</p> <p>Consumo totale di acqua 2009 l/anno</p> <p>N. pern. 2010</p> <p>Consumo acqua 2010 l/pern</p> <p>Consumo annuale acqua 2010 l</p> |

I valori di riferimento per l'analisi di benchmark derivano da studi accreditati che forniscono dati sui valori prestazionali delle strutture ricettive consentendo così una verifica di competitività delle strutture con i servizi certificati Ecolabel UE. Tuttavia lo studio evidenzia l'elevata criticità nell'ottenimento dei dati nel settore turistico per la loro disorganicità e frammentarietà³³. Infatti,

³³ Cfr. pag.25 Benchmarking sulle prestazioni ambientali delle strutture di ricettività turistica con marchio Ecolabel UE, confronti su scala locale, nazionale, europea, mediterranea ed internazionale, Tesi di tirocinio ISPRA di Maurizia Angelillo, 2012.

per quanto riguarda il benchmark di livello nazionale, questo è stato possibile solo per i consumi energetici e non anche per quelli idrici.

Partendo dal confronto su scala territoriale più ridotto, il benchmark su scala locale/regionale è stato condotto attraverso la considerazione di due studi di settore relativi alla provincia di Trento ed alla regione Toscana. Il primo studio è costituito da un'indagine condotta dallo Studio Roberto Fortino&Associati con la collaborazione tecnica della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia e dell'Oekoinstitut Sud Tirolo/Alto Adige ed ha riguardato un campione di 108 hotel diretti da soci dell'ADA (Associazione Direttori d'Albergo), distribuiti sul territorio nazionale, e 39 hotel localizzati in vari comuni della provincia di Trento e associati all'ASAT (Associazione Albergatori Trentini). Essendo la maggiore concentrazione di strutture con servizio certificato Ecolabel UE in Trentino, il confronto risulta utile a caratterizzare la parte più numerosa dei servizi certificati. Tuttavia il campione a confronto ha riguardato 14 strutture ricettive della provincia di Trento con servizio certificato Ecolabel UE, su un totale di 54 servizi certificati nella provincia, e questo per l'esigenza di uniformare il campione per classi di appartenenza, hotel a due e tre stelle, per superficie media e numero di stanze in conformità allo studio di riferimento (studio Fortino&Associati) e per apertura stagionale.

Il secondo confronto, relativo alla regione Toscana, ha riguardato uno studio presentato nell'ambito della XXXII conferenza italiana di scienze regionali dell'Aisre, dal titolo: "Impatto locale del turismo sul territorio toscano - aspetti economici e ambientali", da cui sono stati estrapolati i consumi annuali di acqua e di energia consumata dalle strutture ricettive alberghiere ed extra alberghiere forniti dalle Autorità locali. Pertanto in questo specifico contesto territoriale è stato possibile prevedere un confronto anche per le strutture extra-alberghiere, precedentemente non considerate.

Il benchmark di confronto sui consumi idrici della provincia di Trento ha evidenziato i seguenti risultati:

| | |
|--|---------------------|
| Media aritmetica ponderata strutture Ecolabel UE rispetto al n. di pernottamenti | 3.579.093,18 l/anno |
| Media studio di riferimento - dati reali (48 strutture) | 4.161.000 l/anno |
| Variazione percentuale | -16,25% |

Il benchmark di confronto sui consumi idrici delle strutture alberghiere della regione Toscana ha evidenziato i seguenti risultati:

| | |
|--|---------------|
| Media aritmetica ponderata strutture Ecolabel UE rispetto al n. di pernottamenti | 322,60 l/pern |
| Media studio di riferimento toscano | 373,10 l/pern |
| Variazione percentuale | -15,65% |

Il benchmark di confronto sui consumi idrici delle strutture extra-alberghiere della regione Toscana ha evidenziato i seguenti risultati:

| | |
|--|---------------|
| Media aritmetica ponderata strutture Ecolabel UE rispetto al n. di pernottamenti | 101,10 l/pern |
| Media studio di riferimento toscano | 329,72 l/pern |
| Variazione percentuale | -226,13% |

Il benchmark europeo è stato effettuato considerando i risultati del progetto “TourBench” e “SUTOUR” supportato dal programma LIFE della Commissione europea e dalla Deutsche Bundesstiftung Umwelt e dati accreditati da fonte riservata, estrapolati da uno studio sugli indicatori e prestazioni ambientali del settore turismo. Nel primo caso, 466 strutture turistiche (55 camping, 119 alberghi della catena Garni e 292 imprese alberghiere con o senza ristorante) di 15 paesi europei (Germania, Austria, Spagna, Italia, Francia, Grecia, Paesi Bassi, Regno Unito, Danimarca, Malta, Svezia, Lussemburgo, Lettonia, Repubblica Ceca, Portogallo) sono state oggetto di indagini svolte tra il 2001 e il 2006 sulle prestazioni ambientali. Tale campione è stato suddiviso per classi di stelle: hotel 2 stelle, hotel 3 stelle, hotel 4 stelle ed ha consentito un’analisi più puntuale dei dati prestazionali. Il benchmark per il confronto sui consumi idrici degli hotel a 2 stelle a livello europeo, ha evidenziato i seguenti risultati:

| | |
|---|--------------------------|
| Media aritmetica ponderata strutture Ecolabel UE rispetto al numero dei pernottamenti | 249,21 l/pern |
| Media studio di riferimento europeo (progetto Life) | 454 l/pern |
| Media dati accreditati - fonte riservata | da 190,9 a 345,43 l/pern |
| Variatione percentuale | -82,17% |

Il benchmark per il confronto sui consumi idrici degli hotel a 3 stelle a livello europeo, ha evidenziato i seguenti risultati:

| | |
|---|---------------------------|
| Media aritmetica ponderata strutture Ecolabel UE rispetto al numero dei pernottamenti | 280,27 l/pern |
| Media studio di riferimento europeo (progetto Life) | 424 l/pern |
| Media dati accreditati - fonte riservata | da 345,45 a 454,51 l/pern |
| Variatione percentuale | -51,28% |

Il benchmark per il confronto sui consumi idrici degli hotel a 4 stelle a livello europeo, ha evidenziato i seguenti risultati:

| | |
|---|---------------|
| Media aritmetica ponderata strutture Ecolabel UE rispetto al numero dei pernottamenti | 233,29 l/pern |
| Media studio di riferimento europeo (progetto Life) | 335 l/pern |
| Variatione percentuale | -43,59% |

Il benchmark relativo all’area mediterranea/internazionale è stato condotto considerando come riferimento due studi per l’area mediterranea e uno per l’area internazionale. Il primo studio relativo all’area mediterranea contiene dati che in alcuni casi provengono dagli Enti di approvigionamento idrico (come il Water Authority in Israele e il SONADE in Tunisia), in altri casi da indagini esistenti, come quella del Dipartimento di Scienze Statistiche (DOS) in Giordania. Nel caso del Marocco i dati forniti sono relativi alle singole categorie degli alberghi a 3 e 4 stelle. Il secondo studio dell’area mediterranea “Tourism and Water Use: Supply, Demand, and Security, An International Review” del 2011 evidenzia il consumo in litri per pernottamento in diversi paesi dell’area mediterranea. Il consumo medio degli hotel Ecolabel UE italiani è di 288 l a pernottamento, quindi tra i 12 l e i 112 l in meno (cfr. tab. 2) rispetto agli altri paesi dell’area mediterranea.

Tabella 2 - Benchmark paesi del Mediterraneo consumi idrici degli hotel

| Media aritmetica dei consumi di acqua degli alberghi nei principali paesi del Mediterraneo l/pern | |
|--|-----|
| Marocco hotel (3 stelle) | 300 |
| Marocco hotel (4 stelle) | 400 |
| Tunisia hotel (anno 2011) | 400 |
| Israele | 300 |
| Francia | 400 |
| Spagna | 400 |
| Turchia | 400 |
| Malta | 400 |
| Media aritmetica strutture Ecolabel UE- Italia* | 288 |
| *risultato è stato ottenuto facendo la media aritmetica tra i consumi degli hotel a 2-3 e 4 stelle | |

In merito al confronto internazionale i dati disponibili UNEP, UNWTO, WMO (2005) evidenziano il consumo di acqua negli Stati Uniti, per il turismo e per le attività ricreative, in 946 milioni di metri cubi d'acqua all'anno. Il consumo totale di acqua annuo dovuto al turismo in Europa è stimato in 843 milioni di metri cubi all'anno. Ogni turista consuma in media 300 litri di acqua dolce a pernottamento, mentre per il turismo di "lusso" i consumi possono toccare gli 880 litri. Come si nota dalla Tab. 3, i consumi delle strutture con servizio certificato Ecolabel UE, ad eccezione degli hotel a 3 stelle che consumano in media 334 litri a pernottamento, le altre categorie non superano i 300 litri.

Tabella 3 - Benchmark internazionale consumi idrici degli hotel

| Consumi idrici medi degli hotel italiani - Ecolabel UE in l/pern | |
|--|--------------|
| Media aritmetica hotel 2 stelle * | 249,21 |
| Media aritmetica hotel 3 stelle* | 334 |
| Media aritmetica hotel 4 stelle* | 278,94 |
| Media benchmark internazionale | da 300 a 880 |
| *risultato è stato ottenuto facendo la media aritmetica tra i consumi degli hotel a 2-3 e 4 stelle | |

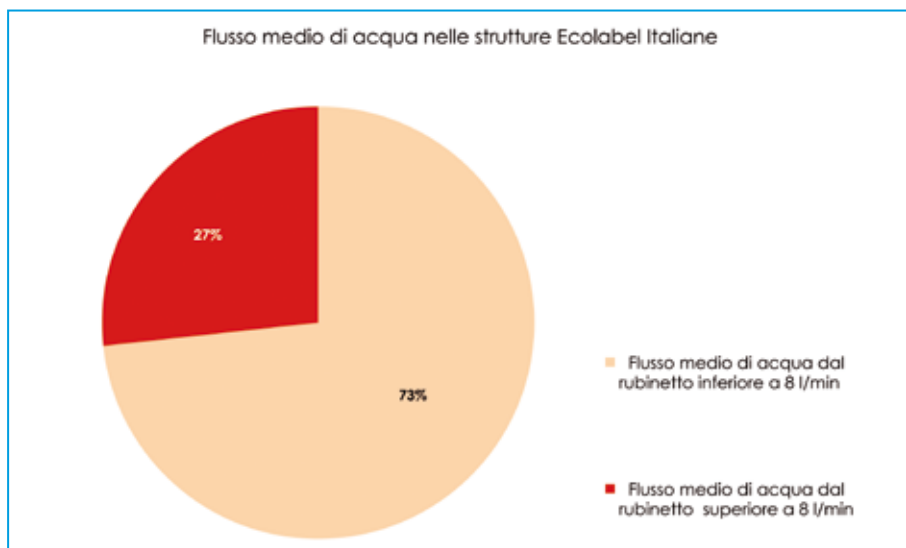
5. SCENARI DI SVILUPPO FUTURI

L'analisi di benchmark realizzata ha permesso di effettuare una valutazione dei livelli prestazionali delle strutture ricettive con servizio certificato Ecolabel UE, misurandone l'efficacia derivante dall'applicazione dei criteri ecologici, rispetto ai livelli prestazionali di omologhi servizi ricettivi privi di tale riconoscimento comunitario. I risultati evidenziano come in tutti i contesti di confronto i parametri di consumo della risorsa idrica delle strutture italiane con servizio certificato Ecolabel UE risultino allineati alle migliori performance segnalate da studi internazionali e come pertanto il marchio Ecolabel UE si confermi uno strumento di sostenibilità ambientale in grado di migliorare gli impatti ambientali legati alla filiera turistica.

Tuttavia la continua espansione del settore turistico implica la ricerca di soluzioni articolate e complesse. La riduzione degli impatti ambientali del servizio di ricettività turistica erogato non è che un tassello dell'intera filiera turistica che necessita di una revisione in tutte le sue componenti in coerenza con scenari di politiche a sostegno di produzioni e consumi sostenibili. In tal senso strumenti per la sostenibilità di prodotti e servizi come il marchio Ecolabel UE possono

giocare un ruolo importante che tuttavia incontra un limite sostanziale nella sua diffusione e nelle caratteristiche intrinseche dello strumento. Nell'ambito del Piano di lavoro per l'Ecolabel UE 2011-2015 la Commissione europea ha proposto una prossima revisione dei criteri per la concessione del marchio al servizio di ricettività turistica in programma per la fine del 2013. La revisione periodica dei criteri per la concessione del marchio Ecolabel UE corrisponde ad una logica di miglioramento continuo delle prestazioni ambientali dei prodotti e servizi necessaria anche in virtù dell'evoluzione normativa e tecnologica legata alla produzione di beni e servizi. In un'ottica di miglioramento continuo delle prestazioni ambientali stabilite dai criteri, la prossima revisione dovrebbe percorrere indirizzi di maggiore selettività nei criteri ed innalzare i livelli di prestazione ambientali richiesti. Tuttavia tale impostazione incontra spesso un limite nella tecnologia disponibile che non consente ulteriori aumenti dei livelli prestazionali. Per quanto riguarda i criteri soglia previsti dai criteri finalizzati a ridurre il flusso idrico di rubinetti e docce per il quale sono già previsti limiti di 9 litri/minuto per il criterio obbligatorio e di 8 litri/minuto per il criterio facoltativo, sarebbe logico prevedere una riduzione del limite del criterio obbligatorio agli 8 litri/minuto considerato che già la maggior parte delle strutture con servizio certificato rispetta tale livello prestazionale (cfr. fig. 1). Tuttavia tale limite non è suscettibile di una revisione al ribasso in forma continua. È pertanto necessario affiancare a misure selettive volte al miglioramento prestazionale, azioni volte a modificare la "variabile indipendente" legata al consumo delle risorse attraverso azioni di sensibilizzazione ed educazione ambientale.

Figura 1 - Flusso medio di acqua nelle strutture Ecolabel UE italiane



Un turista consapevole è altresì un consumatore consapevole del proprio impatto ambientale e delle scelte di consumo operate quotidianamente. Esso contribuisce spontaneamente al mantenimento delle limitate risorse disponibili. A tal fine la diffusione di strumenti per l'educazione e la sensibilizzazione verso scelte di consumo più sostenibili risulta cruciale. Da un'indagine svolta dalla Commissione europea nel 2009 sull'attitudine dei consumatori verso consumi e produzioni sostenibili³⁴ risulta che 4 cittadini europei su 10 hanno visto il marchio Ecolabel UE o ne hanno sentito parlare. La media europea in merito alla conoscenza del marchio si attesta sul 37%, mentre il 61% non lo conosce ed il 2% non sa rispondere. I valori di conoscenza degli italiani si

³⁴ Cfr. pag 26 European's attitudes towards the issue of sustainable consumption and production, Analytical report - Flash Eurobarometer, July 2009

attestano al di sotto della media europea dove il 28% conosce il marchio, mentre il 66% non lo conosce ed il 6% non sa rispondere. Tali dati confermano la necessità di intraprendere percorsi virtuosi di diffusione dell'informazione, di incremento nell'utilizzo di strumenti per la sostenibilità, al fine di consentire un aumento della sostenibilità nella filiera turistica.

BIBLIOGRAFIA

Regolamento CE 66/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 novembre 2009 Decisione della Commissione 2009/578/CE del 9 luglio 2009.

Registro nazionale ISPRA per la concessione del marchio Ecolabel UE, dati 2012.

Benchmarking sulle prestazioni ambientali delle strutture di ricettività turistica con marchio Ecolabel UE, confronti su scala locale, nazionale, europea, mediterranea ed internazionale, Tesi di tirocinio ISPRA di Maurizia Angelillo, 2012.

Annuario Dati Ambientali ISPRA – Capitolo 16 “Valutazione e Certificazione Ambientale” (2010), Maria Belvisi, Luigi Caioni, Gianluca Cesarei, Mara D'amico, Caterina D'anna, Stefania Ministrini, Claudia Spitali, Valeria Tropea.

European's attitudes towards the issue of sustainable consumption and production, Analytical report - Flash Eurobarometer, July 2009.

Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo ed al Comitato delle Regioni – “L'Europa, prima destinazione turistica mondiale - un nuovo quadro politico per il turismo europeo” Bruxelles, 30.6.2010 COM(2010) 352 definitivo.

SEZIONE 2

IL CICLO DELL'ACQUA

- ***L'approvvigionamento idropotabile in Italia***
S. Tersigni , S. Ramberti - ISTAT
- ***Sicurezza idrica nel contesto dei cambiamenti climatici***
J. Mysiak, L. Carrera - Fondazione Eni Enrico Mattei, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, A. Massarutto - Fondazione Eni Enrico Mattei, Università di Udine
- ***Il ciclo dell'acqua a Roma: dalla captazione alla depurazione***
M. Cecilia – ARPA Lazio, E. Santini – Studio AFP Geo
- ***Presenza naturale di arsenico nelle acque sotterranee e potabili italiane***
M. Marcaccio – ARPA Emilia-Romagna, S. Bernabei - ISPRA
- ***Fioriture di cianobatteri nelle acque dolci destinate al consumo umano***
S. Bernabei, F. De Giacometti, T. Forte - ISPRA
- ***La qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile distribuita a Palermo***
A. Abita, P. Aiello, V.M. Buscaglia, A. Granata - ARPA Sicilia
- ***Disciplina degli scarichi, gestione del territorio ed obiettivi di qualità ambientale: stato dell'arte***
L. Giovannelli – ARPA Toscana, S. Salvati - ISPRA
- ***BOX - Gli inquinanti emergenti nelle acque***
S. Bernabei , F. De Giacometti, T. Forte - ISPRA
- ***Analisi degli effetti dell'urbanizzazione sui corsi d'acqua: il caso del bacino Lambro - Seveso – Olona***
A. Azzellino - Dica, Politecnico Di Milano, D. Bellingeri - ARPA Lombardia, S. Canobbio – Disat, Università di Milano Bicocca , N. Dotti, V. Marchesi - ARPA Lombardia , M. Parini - DG AESs Regione Lombardia, A. Piana, E. Zini - ARPA Lombardia

L'APPROVVIGIONAMENTO IDROPOTABILE IN ITALIA

S. TERSIGNI ¹, S. RAMBERTI ¹

¹ Istituto Nazionale di Statistica, Direzione centrale delle statistiche sociali ed ambientali, Servizio Stato dell'Ambiente, U.O. Risorse idriche e clima

ABSTRACT

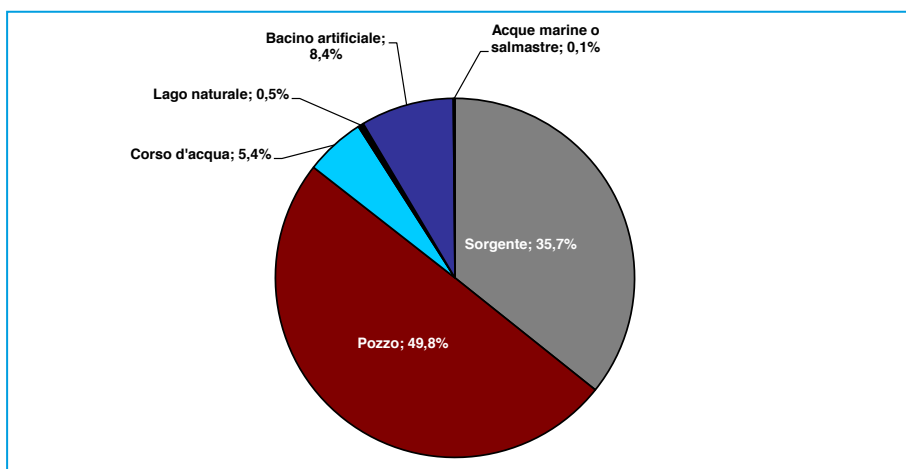
Si analizzano alcuni indicatori sul prelievo e consumo di acqua per uso potabile in Italia al fine di disegnare un quadro di sintesi dell'approvvigionamento idropotabile sul territorio italiano. L'obiettivo principale è quello di mettere in evidenza le diversità territoriali e le aree a maggiore vulnerabilità idrica. Un'analisi di dettaglio è stata effettuata sulla disponibilità idrica regionale, sugli scambi idrici tra regioni, sulle dispersioni delle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile, sui consumi di acqua nei comuni, con un approfondimento sui comuni capoluogo di regione.

Parole chiave: acqua potabile, prelievi, fonti, approvvigionamento, rete di distribuzione, disponibilità idrica, scambi, dispersioni, consumi, acqua fatturata

1. L'ACQUA PER USO POTABILE

L'analisi del sistema di approvvigionamento idropotabile, condotta attraverso alcuni dei principali indicatori ottenuti dal Censimento delle acque per uso civile dell'Istat¹, consente di approfondire la conoscenza della filiera delle acque urbane finalizzate a soddisfare le esigenze idropotabili della popolazione italiana.

Figura 1 - Prelievi di acqua a uso potabile per tipologia di fonte - Anno 2008 (composizione percentuale)



Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile

¹ Il Censimento delle acque per uso civile è un'indagine che l'Istat periodicamente conduce con l'obiettivo di indagare le diverse fasi del ciclo delle acque per uso civile, dal prelievo alla depurazione delle acque reflue urbane. I dati utilizzati in quest'analisi si riferiscono all'anno 2008. È attualmente in corso la nuova edizione del Censimento, riferita al 2012, i cui primi risultati provvisori saranno diffusi a fine anno. Le precedenti edizioni sono riferite al 1999, 2005 e 2008.

Il prelievo di acqua ad uso potabile ammonta, nel 2008, a 9,1 miliardi di metri cubi, con un incremento dell'1,7% rispetto al 2005. Il dato pro-capite, indubbiamente molto variabile sul territorio, è pari a circa 416 litri per abitante al giorno.

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio determinano l'intensità dello sfruttamento dei diversi corpi idrici per l'approvvigionamento idropotabile: l'85,6% del prelievo nazionale di acqua a uso potabile deriva da acque sotterranee (sorgenti e pozzi), il 14,3% da acque superficiali (corso d'acqua, lago naturale, bacino artificiale) e il restante 0,1% da acque marine o salmastre (Figura 1). L'origine del prelievo determina, a grandi linee, anche la qualità dell'acqua. Del quantitativo di acqua prelevata ad uso potabile, il 32,1% viene sottoposto a trattamenti di potabilizzazione più spinti della sola clorazione.

2. LA DISPONIBILITÀ IDRICA REGIONALE

La disponibilità idrica destinata alle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile ammonta in Italia, nel 2008, a 9,04 miliardi di metri cubi di acqua a uso potabile, volume di poco inferiore al volume effettivamente prelevato².

La richiesta idropotabile della società civile è diversamente soddisfatta sul territorio sia per motivi fisici che economico-gestionali.

Nel primo caso, infatti, le caratteristiche idrogeologiche del territorio determinano una non omogenea distribuzione della risorsa idrica, che prescinde dalla popolazione residente e dalle locali richieste idriche del settore civile. Nel secondo caso, altri fattori, quali l'obsolescenza degli impianti e la non sempre generalizzata attenzione dei gestori dei servizi idrici alla sostenibilità della risorsa, producono l'inevitabile presenza di aree a maggiore criticità dal punto di vista idrico.

Questa disomogeneità nel potenziale idrico ha determinato la necessità di sviluppare sul territorio sistemi idrici complessi che prevedono ingenti trasferimenti di risorse tra regioni confinanti³ con l'obiettivo principale di far fronte alle richieste di acqua della popolazione, delle attività economiche e dei servizi, nonché per assicurare la disponibilità di acqua nei periodi siccitosi (Figura 2).

Le regioni, pertanto, hanno a disposizione una dotazione idrica per gli usi civili derivante dalla fruibilità idrica propria del territorio e dal suo effettivo sfruttamento, dagli scambi interregionali e dagli usi non civili.

Valle d'Aosta, provincia autonoma di Trento, Abruzzo, Sicilia e Sardegna si contraddistinguono come le uniche regioni autosufficienti dal punto di vista idrico, ovvero in cui l'acqua utilizzata nelle reti comunali di trasporto e distribuzione proviene esclusivamente da risorse interne. In particolare, Valle d'Aosta, Sicilia e Sardegna sono definibili, dal punto di vista idrico, come regioni "chiuse", in quanto non effettuano scambi di acqua a uso potabile con altre regioni, mentre la provincia autonoma di Bolzano, la Puglia e la Calabria ricevono il contributo di acqua da altre regioni, senza flussi in uscita.

Il contributo extra-regionale alla disponibilità interna della risorsa idrica per uso civile è piuttosto generalizzato nell'economia della maggior parte delle gestioni locali, ma solo in alcune realtà si rivela davvero determinante.

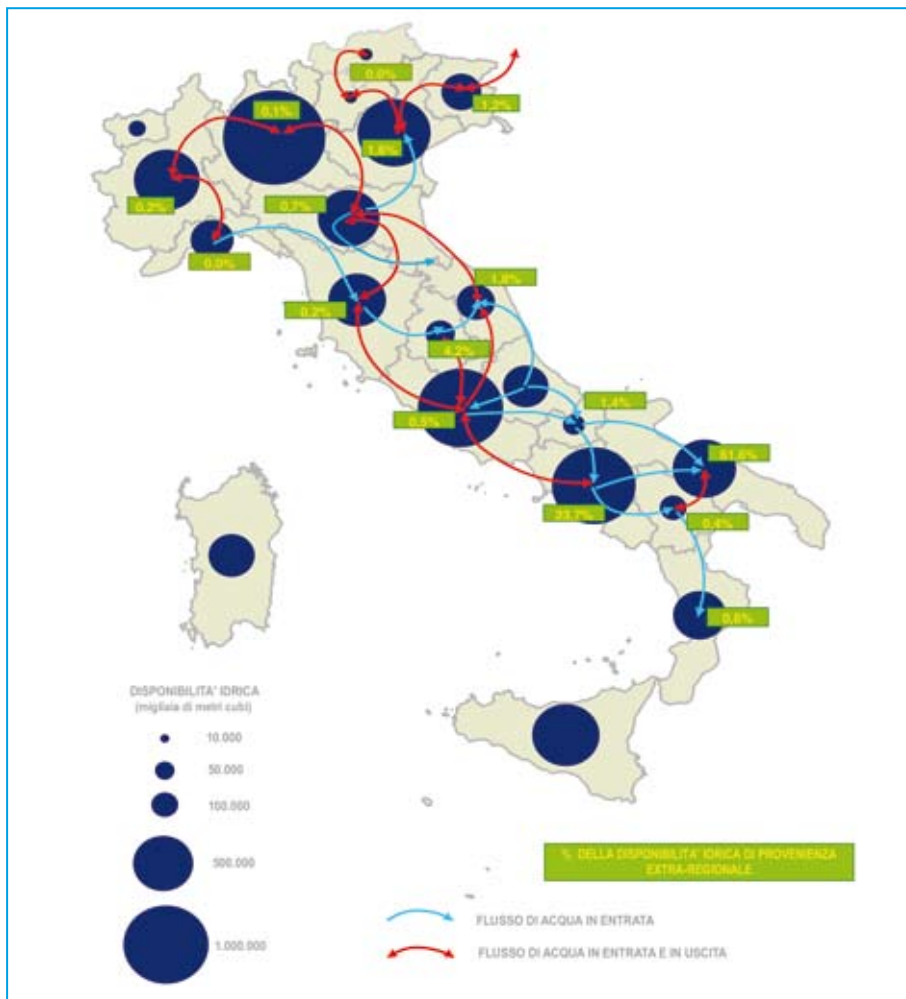
Le regioni del Centro-Sud si caratterizzano per gli scambi di acqua più apprezzabili. In particolare, la Puglia risulta la regione più dipendente: più del 60 per cento della disponibilità complessiva da destinare all'utenza finale (circa 333,5 milioni di metri cubi di acqua ad uso potabile) proviene

2 Il volume di acqua disponibile in Italia è calcolato considerando i volumi regionali di acqua a uso potabile effettivamente disponibile per uso civile, ottenuti sommando alla quantità di acqua a uso potabile prelevata nella regione la quantità di acqua proveniente da altre regioni e sottraendo la quantità di acqua ceduta ad altre regioni e l'acqua addotta all'industria e all'agricoltura. Tale valore pertanto differisce dal volume totale di acqua prelevata.

3 Nel dettaglio, i flussi di acqua ad uso potabile che si "muovono" da una regione all'altra si compongono dell'acqua in ingresso in una regione, derivante da acquisti da gestori che operano in altre regioni (compreso l'estero) o da prelievi da corpi idrici extra-regionali, e dall'acqua in uscita da una regione, derivante dalla vendita a gestori di regioni diverse o da adduzioni in comuni extra regionali (compreso l'estero) effettuate con risorse locali.

dalla Basilicata (per circa il 64 per cento), dalla Campania (per circa il 36 per cento) e in quantità residuali dal Molise. La Campania stessa, pur rivelandosi un'importante fornitrice di acqua, soddisfa la sua disponibilità interna di acqua con apporti extra-regionali, pari a circa 228 milioni di metri cubi, provenienti dal Lazio e dal Molise.

Figura 2 - Disponibilità idrica regionale e flussi di acqua a uso potabile tra regioni - Anno 2008 (volumi in migliaia di metri cubi e valori percentuali)



Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile

Analizzando, viceversa, il contributo delle regioni al soddisfacimento anche di richieste esterne, la Basilicata si caratterizza come la regione che, più delle altre, contribuisce alle richieste delle regioni vicine, attraverso l'esportazione di circa il 70 per cento dei volumi prelevati sul proprio territorio (circa 217 milioni di metri cubi d'acqua), destinato per lo più alla confinante Puglia. Ugualmente la risorsa idrica presente in Molise va a soddisfare, per circa il 60 per cento del prelievo locale, il fabbisogno extra-regionale. Le rimanenti regioni del Centro contribuiscono in maniera più contenuta al fabbisogno idrico extra regionale, ad eccezione del Lazio che esporta circa il 12 per cento dei volumi prelevati (pari a circa 133 milioni di metri cubi) verso tutte le regioni confinanti (ad eccezione dell'Abruzzo) ed in particolare alla Campania.

Al Nord gli scambi idrici tra regioni sono nettamente inferiori e del tutto marginali tra le regioni del Nord-ovest.

Gli scambi di acqua consentono pertanto di distribuire sul territorio la risorsa acqua che in natura è, come detto, disomogeneamente distribuita, soddisfacendo in sintesi le esigenze idropotabili di ciascun territorio.

Non tutta l'acqua prelevata in natura ad uso potabile da sorgenti, pozzi, corsi d'acqua, laghi raggiunge effettivamente gli utenti finali.

Il confronto tra la disponibilità idrica regionale e l'acqua erogata dalle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile consente di calcolare la dispersione complessiva di acqua ad uso potabile. Nel 2008, a fronte di una disponibilità idrica per uso civile di oltre 9 miliardi di metri cubi, l'immissione in rete è stata pari a 8,1 miliardi di metri cubi. Dei metri cubi immessi in rete il 32,1% è andato disperso all'interno delle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile, determinando un'erogazione complessiva di 5,5 miliardi di metri cubi⁴.

3. LE DISPERSIONI DI RETE

La dispersione complessiva nel passaggio dal prelievo alla distribuzione, è stata pertanto circa del 39 per cento, pari a 3,50 miliardi di metri cubi di acqua ad uso potabile, corrispondenti a una perdita giornaliera di circa 160 litri per abitante.

Occorre specificare che, al netto delle disfunzioni, soprattutto nei territori in cui c'è ricchezza di acqua, il surplus viene in molti casi rilasciato in natura. È questo il caso della Valle d'Aosta, caratterizzata da una grande abbondanza d'acqua, dove più del 60 per cento dell'acqua prelevata e disponibile per uso civile non arriva agli utenti.

L'analisi sull'indicatore che tiene conto della differenza, in percentuale, tra la quantità di acqua immessa nelle reti di distribuzione comunali e la quantità effettivamente erogata, fornisce utili elementi valutativi sulla quantità d'acqua dispersa dalle reti di distribuzione e consente, pertanto, interessanti approfondimenti sulla dimensione, le caratteristiche e l'articolazione territoriale del fenomeno delle perdite idriche e sull'efficienza delle reti di distribuzione dell'acqua per il consumo umano nei comuni italiani.

Sebbene una certa quantità di acqua sia comunque dispersa per motivi "fisiologici" (come ad esempio nei lavaggi degli impianti), i valori di dispersione raggiunti nel 2008 non possono essere spiegati solo da questo motivo. Tra le cause di perdite idriche ricordiamo le rotture delle tubazioni, le lesioni o perdite nell'unione dei giunti, soprattutto nelle reti molto obsolete ed estese; le perdite nelle connessioni d'utente; le perdite e superi nei serbatoi, la cui variazione è suscettibile di molteplici fattori quali la morfologia dell'area, la densità abitativa, l'estensione della rete nel territorio, la vetustà e i tipi di materiali delle condutture, la fonte di approvvigionamento; l'interconnessione idraulica tra acquedotti.

La distribuzione dell'indicatore sulle dispersioni di rete appare, sul territorio nazionale, inevitabilmente molto disarticolata se la sua lettura prescinde dai suddetti fattori. Va, inoltre, considerato che non sempre i valori complessivi di acqua immessa ed erogata sono misurati con adeguati strumenti di misura (contatori), ma bensì sono frutto di stime, che possono comportare rilevanti variazioni temporali dell'indicatore dovute alle differenti metodologie di calcolo che rispondenti diversi possono utilizzare.

Fatta questa premessa, dall'analisi delle dispersioni di rete per classe di ampiezza demografica dei comuni, risulta che le dispersioni minori si registrano in corrispondenza dei centri urbani con popolazione inferiore ai 10.000 abitanti, che rappresentano ben l'85% dei casi sul totale dei comuni italiani.

I centri urbani più grandi, con più di 500mila abitanti residenti, soffrono delle maggiori e più gravi

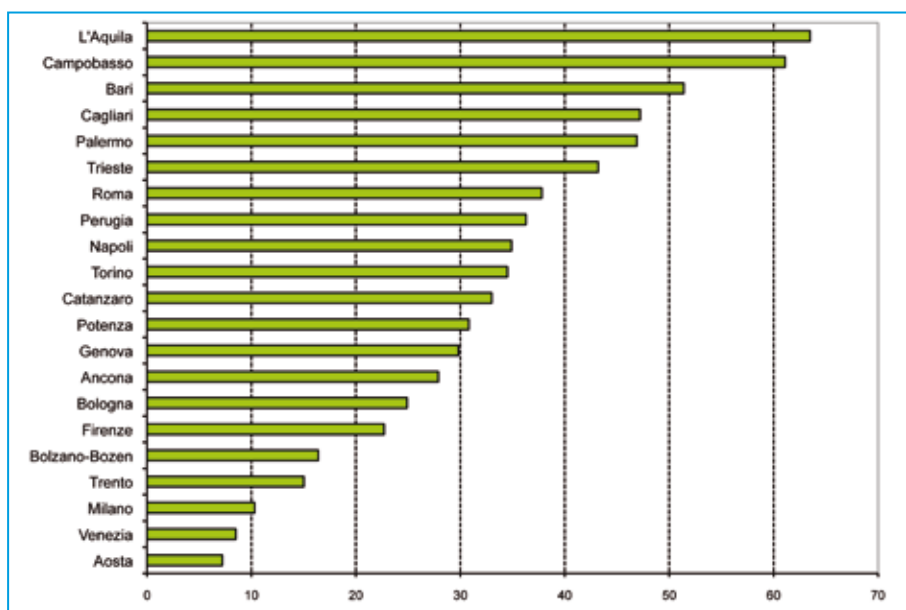
4 Il volume di acqua erogata comprende la quantità di acqua ad uso potabile effettivamente consumata: quella misurata ai contatori dei diversi utenti privati, più la stima dell'acqua non misurata ma consumata per diversi usi (ad esempio quella utilizzata in strutture pubbliche quali scuole, ospedali, caserme, mercati).

dispersioni nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile, che possono essere spiegate considerando l'estensione e lo sviluppo della rete; la maggiore difficoltà nella localizzazione delle perdite; l'esigenza di reti più complesse; la presenza di collegamenti tra tubazioni di diversi materiali; le maggiori sollecitazioni per effetto delle azioni esterne dovute al traffico; i costi più elevati degli interventi.

Il confronto spaziale fa emergere inoltre situazioni di minore efficienza della rete di distribuzione comunale nei comuni delle regioni del Mezzogiorno (40 per cento in media al Sud e 38 per cento nelle Isole), con dispersioni pari o superiori al 46 per cento rispettivamente in Sardegna e Puglia e oltre il 43 per cento in Abruzzo e Molise. L'Aquila, Campobasso e Bari sono i capoluoghi di regioni con perdite superiori al 50% della risorsa idropotabile immessa in rete. Sono tutti collocati nel Mezzogiorno i capoluoghi di regione che disperdono i maggiori quantitativi di acqua ad uso potabile; fa eccezione Trieste che con il 43% circa di dispersioni di rete è il capoluogo delle regioni del Nord con il peggior risultato dell'indicatore esaminato.

All'opposto, le regioni con le infrastrutture di distribuzione maggiormente efficienti sono la Lombardia e le province autonome di Trento e Bolzano, dove l'acqua dispersa è poco più di un quinto di quella complessivamente immessa in rete. Tra i capoluoghi di regione, Aosta fa da capofila per la migliore performance nel funzionamento del sistema idrico, con appena il 7,2% di dispersione di rete. Da segnalare anche i buoni risultati dei capoluoghi Venezia e Milano, che presentano circa il 10% di perdite (Figura 3).

Figura 3 - Dispersione nelle reti di distribuzione dell'acqua potabile nei comuni capoluogo di regione Anno 2008 (valori percentuali)



Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile

4. I CONSUMI DI ACQUA

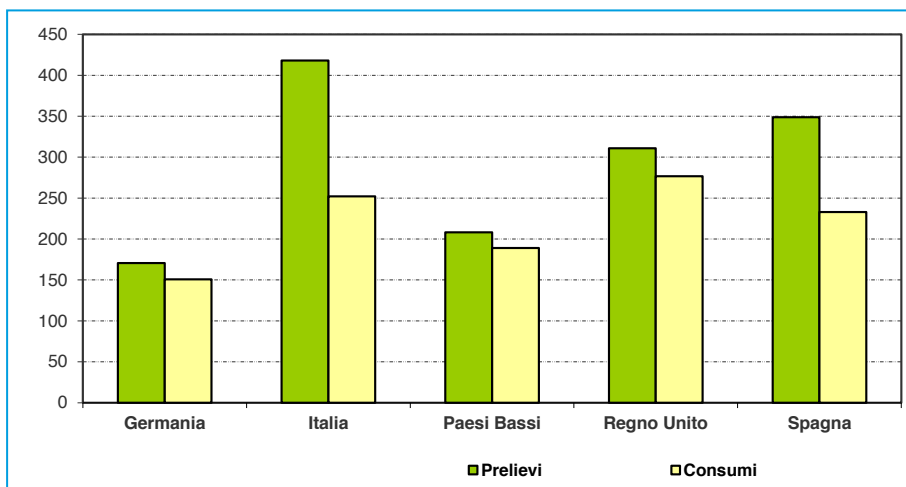
Considerando nel dettaglio gli utilizzi della risorsa idrica per uso civile, il volume pro capite giornaliero di acqua erogata misura la fruizione di acqua potabile da parte della collettività.

L'analisi dei volumi di acqua erogata pro capite riferisce che nel 2008 ogni abitante ha avuto a disposizione 253 litri al giorno di acqua ad uso potabile.

Non si segnalano evidenti variazioni nel consumo di acqua potabile nel decennio 1999-2008. Emergono, invece, interessanti differenze a livello territoriale. L'area del Nord si caratterizza per i consumi maggiori, pari nel 2008 a circa 274 litri per abitante al giorno, con un lieve decremento nel decennio in esame. L'indicatore ha un trend leggermente in rialzo nel Centro e nel Mezzogiorno, quest'ultimo rappresenta l'area con i consumi più bassi, pari a circa 211 litri giornalieri per abitante.

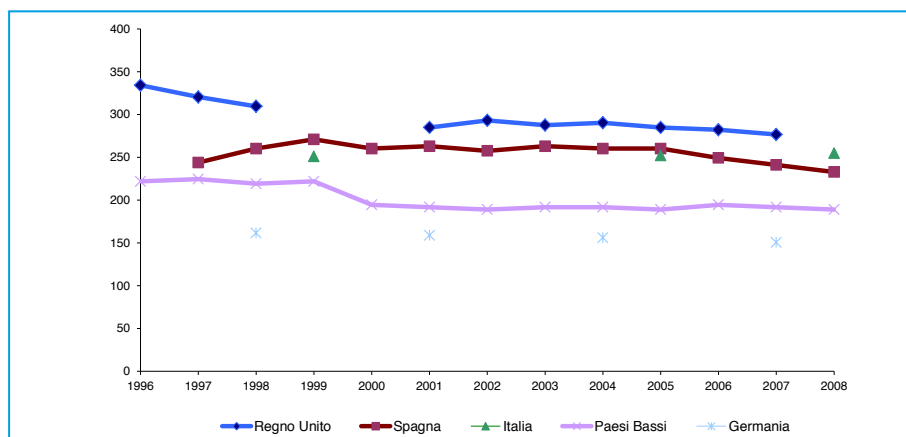
Per concludere, il confronto internazionale mostra come in Italia, benché i valori dell'indicatore sul consumo di acqua potabile procapite siano in linea con quelli europei, si registrano prelievi notevolmente superiori alla media europea, sia in termini pro capite che assoluti. Questi dati evidenziano una situazione di rilevante dispersione d'acqua ad uso potabile che necessiterebbe di idonei interventi (Figure 4 e 5).

Figura 4 - Prelievi e consumi di acqua potabile per abitante in alcuni Paesi europei (litri per abitante al giorno)



Fonte: Eurostat, Water statistics on national level

Figura 5 - Volume pro capite giornaliero di acqua erogata, in alcuni Paesi europei - Anni 1996-2008 (litri per abitante al giorno)



Fonte: Eurostat, Water statistics on national level

Nel 2008 sono stati fatturati complessivamente 5,3 miliardi di metri cubi di acqua per uso potabile. L'82,1% di tale volume è derivato da utenze civili, il 16,5% da utenze industriali e la rimanente quota da utenze agricole o zootecniche.

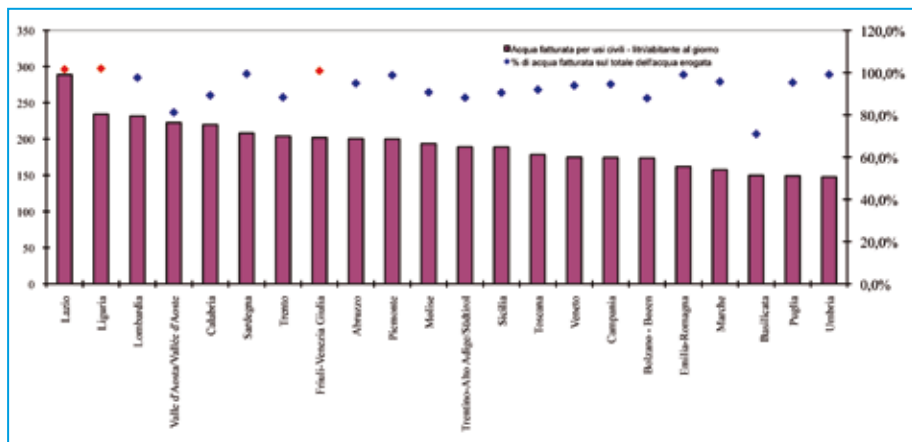
Dall'analisi regionale emergono apprezzabili differenze territoriali nella composizione delle utenze: nelle regioni del Nord la componente civile, infatti, si riduce sensibilmente attestandosi al 73% della fatturazione totale; la componente industriale, di contro, aumenta e raggiunge il 24% nelle regioni del Nord-Est, con punta del 31% nella provincia autonoma di Trento. Situazione opposta nell'Italia insulare, che è contraddistinta da una bassissima fatturazione ad utenze industriali e agricole e dove la componente civile rappresenta il 93% del totale fatturato, con punte del 95% in Sicilia.

A fronte di un valore nazionale di 199,7 litri per abitante al giorno, la fatturazione dell'acqua potabile per usi civili (domestici e non domestici) si presenta molto eterogenea sul territorio italiano. Con 225,9 litri giornalieri per abitante il Centro è la ripartizione con la più alta fatturazione di acqua potabile pro-capite, circa 26 litri in più rispetto al dato nazionale. L'Italia Centrale presenta, al suo interno, una forte variabilità. Il Lazio, con i suoi 288,6 litri per abitante al giorno si attesta come la regione con la massima fatturazione pro capite; di contro, l'Umbria (147,67 litri per abitante al giorno) raggiunge il minimo regionale.

Ai residenti dell'Italia del Nord-Est viene fatturato il minor volume pro capite giornaliero di acqua (174,1); il minimo dell'indicatore viene raggiunto in Emilia Romagna (161,9).

L'area del Meridione presenta valori inferiori alla media nazionale, fatturando per uso civile 175,35 litri per abitante al giorno, pari oltre 24 litri in meno rispetto al valore nazionale, e manifesta una piuttosto evidente variabilità ben rappresentata dal forte differenziale tra la Calabria (219,55) da un lato e la Puglia e Basilicata (149,05) dall'altro (Fig. 6).

Figura 6 - L'acqua fatturata nelle regioni italiane - Anno 2008
(volumi in migliaia di metri cubi e percentuali)



Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile

Dall'analisi fin qui esposta si evince che l'analisi del volume pro capite di acqua fatturata per utenze civili consente di individuare interessanti aspetti nella distribuzione del consumo dell'acqua ad uso potabile, che appare, sul territorio, inevitabilmente molto disarticolata. Spiegare queste differenze non è sicuramente semplice, ma sicuramente bisogna tener conto, oltre che delle differenti caratteristiche nelle realtà socioeconomiche in esame, anche dei diversi modi di contabilizzare il volume (presenza di contatori, fatturazione a fasce, con minimo garantito, tariffazione a forfait, tariffazione convenzionata, assenza di fatturazione). Va inoltre precisato che l'indicatore è stato calcolato prendendo a riferimento la popolazione residente; ciò implica che non si tiene conto, nel

calcolo, della popolazione presente che, soprattutto nelle aree a maggiore vocazione attrattiva (per motivi di studio, lavoro, turismo), in determinati periodi dell'anno può variare molto rispetto alla popolazione residente, generando, quindi, valori pro capite dell'indicatore mediamente più alti di quanto effettivamente esperito dalla popolazione locale. Di contro, l'indicatore può presentare valori bassi nelle zone in cui la gran parte della popolazione sceglie di risiedere, ma dalle quali si allontana quotidianamente, o per periodi più o meno lunghi, per motivi di studio o lavoro. Da non sottovalutare, inoltre, l'effettuazione di furti e prelievi abusivi dalla rete che, in alcune zone del territorio nazionale, incide sensibilmente sui livelli di fatturazione. Il valore pro capite dell'acqua fatturata per uso civile dipende anche dalla dotazione infrastrutturale presente nel comune. Valori bassi dell'indicatore possono originarsi, inoltre, in quei territori in cui sono presenti forme autonome ed individuali di approvvigionamento e distribuzione dell'acqua potabile.

BIBLIOGRAFIA

Istat, 2009. *Censimento delle risorse idriche ad uso civile - Anno 2008*. Statistiche in breve, Roma.

Istat, 2011. *Giornata mondiale dell'acqua. Le statistiche dell'Istat*. Statistiche Focus, Roma.

Istat, 2012. *Giornata mondiale dell'acqua. Le statistiche dell'Istat*. Statistiche Focus, Roma.

Istat, 2012. *Rapporto annuale 2012. La situazione del Paese*. Roma.

SICUREZZA IDRICA NEL CONTESTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

J. MYSIAK^{1,2}, L. CARRERA^{1,2}, A. MASSARUTTO^{1,3}

¹ Fondazione Eni Enrico Mattei, ² Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici,

³ Università di Udine

ABSTRACT

L'articolo analizza il consumo d'acqua, attuale e la stima di quello futuro, ed i possibili interventi ed incentivi per un impiego delle risorse idriche più efficiente, equo e sostenibile. L'analisi si focalizza sui 26 comuni capoluogo di provincia e le zone limitrofe situate nel Distretto Idrografico Padano. Dall'analisi vengono tratti suggerimenti per l'elaborazione dei piani di gestione e di adattamento ai cambiamenti climatici, la cui redazione è già stata intrapresa da alcune amministrazioni nel territorio analizzato.

Parole chiave: sicurezza idrica, servizio idrico, tariffe idriche, cambiamento climatico, sviluppo demografico, Distretto Idrografico Padano.

1. INTRODUZIONE

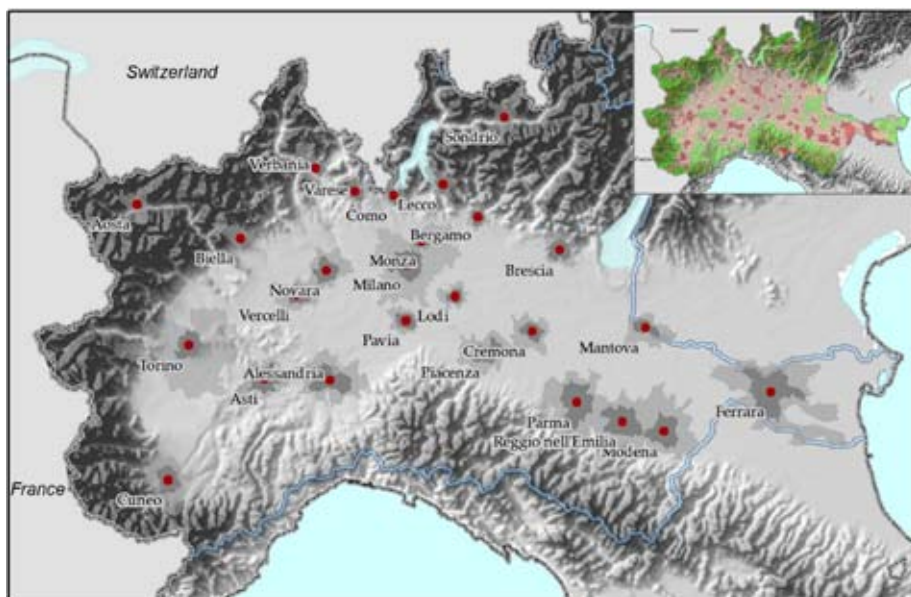
La sicurezza idrica, ovvero la capacità di assicurare acqua in quantità e qualità sufficiente per i principali usi antropici, nonché la salvaguardia dell'ambiente (UN-Water 2013), è un tema di emergente interesse in Europa (Kossida et al. 2012; EC 2012). Gli eventi siccitosi verificatisi nel corso dell'ultimo decennio in Italia ed in altri paesi del Sud Europa, fra cui Spagna e Cipro, hanno reso evidente come la temporanea e/o permanente riduzione della dotazione idrica, inasprita dai cambiamenti climatici in corso, possano influire sul corretto funzionamento del servizio idrico. La resilienza del settore, intesa come capacità del servizio idrico di assorbire e compensare le pressioni antropiche e naturali, soprattutto in condizioni di scarsità, è fondamentale per garantire la sicurezza idrica. L'Italia non è esente da queste pressioni. Basti considerare che nel periodo 2000-2012 nell'Italia Settentrionale, lo stato di emergenza (SdE) nazionale idrica secondo la Legge n. 225 del 24 febbraio 1992 è stato dichiarato 3 volte (2003, 2006, 2007), per una durata complessiva di 21 mesi. Sebbene le interruzioni del servizio idrico registrate durante i periodi di emergenza siano rare e limitate nel tempo, questo articolo evidenzia la necessità di intraprendere azioni di adattamento che garantiscano la sicurezza idrica attuale e futura.

Questo documento aggrega ed elabora diverse informazioni, fra cui: i censimenti delle acque per uso civile ISTAT (1999, 2005, 2008), i censimenti della popolazione, gli indicatori ambientali urbani (2000-2011), le indagini Federconsumatori e della Commissione nazionale di vigilanza sulle risorse idriche (Co.N.Vi.R.I.) sulle tariffe del servizio idrico. Al fine di elaborare indicazioni per lo sviluppo ottimale dei piani di adattamento ai cambiamenti climatici e dei piani di gestione della risorsa idrica, viene analizzato il consumo d'acqua attuale e futuro, la spesa per il servizio, le dinamiche demografiche e sociali nei 26 comuni capoluogo di provincia situati nel Distretto Idrografico Padano (DIP).

L'articolo è quindi strutturato come segue: la paragrafo 2 delinea brevemente il sistema insediativo e l'assetto demografico della pianura Padana; la paragrafo 3 descrive il consumo d'acqua

per scopi domestici e valuta i fattori determinanti per la stima della richiesta futura; la paragrafo 4 analizza il sistema e gli incentivi tariffari che favoriscono la conservazione della risorsa. Infine, la paragrafo 5 riflette sul concetto di resilienza e propone alcune misure contrastanti le criticità rivelate.

Figura 1 - Comuni capoluoghi di provincia posizionati nel Distretto Idrografico Padano (DIP) e le zone limitrofe - cinture urbane



Fonte dei dati: Censimento della popolazione, ISTAT 2012. Le aree grigie scure rappresentano i territori comunali mentre le aree grigie chiare evidenziano i comuni immediatamente confinanti (1 corona). In caso di Torino e Milano le aree grigie chiare rappresentano le zone urbane più grandi (larger urban zones LUZ) come definite da EUROSTAT. Nel riquadro è rappresentata l'estensione dei centri urbani (aree evidenziate in rosso chiaro e scuro) con la scarsa penetrazione delle aree interne (aree evidenziate in verde) nella pianura Padana (basato su DPS 2012)

2. L'ASSETTO ABITATIVO E DEMOGRAFICO

La pianura Padana, compresa prevalentemente tra i confini del DIP, rappresenta il territorio italiano maggiormente urbanizzato. Essa costituisce, secondo i criteri di EUROSTAT, un vasto territorio metropolitano che si estende da Venezia fino a Milano e Torino, per proseguire poi lungo la Via Emilia fino a Bologna. La zonazione nazionale per tipo (DSP 2013) conferma i dati EUROSTAT (2011), assegnando la maggior parte della pianura ai poli e/o alle cinture urbane. Il DIP costituisce il propulsore dell'economia nazionale, il prodotto interno lordo (PIL) pro capite delle 26 province oscilla tra 21 e 38 mila PPA (parità di potere d'acquisto) ed è superiore alla media EU con eccezione di Pavia, Asti e Verbania che sono leggermente al di sotto della media (ultimo dato disponibile 2009). La popolazione del DIP ammonta a circa 17 milioni residenti (+6 per cento rispetto a 2001) in prevalenza nelle piccole città sotto i 25.000 abitanti. Le città medio-grandi e grandi (oltre i 100.000 abitanti) sono undici. La loro popolazione è di 3.400.400 abitanti (~20 per cento della popolazione DIP). Secondo le proiezioni di ISTAT, il numero di residenti è destinato ad aumentare sotto tutti gli scenari demografici (medio, basso, alto), raggiungendo nel 2050 valori compresi fra i 18 e i 21 milioni (da +7 a +26 per cento rispetto al 2011). La dispersione urbana verso aree a più bassa densità abitativa, si traduce in una crescita lenta o decrescita

della popolazione nei centri (~1 per cento nel periodo 2001-2011) ed una crescita (~10 per cento) nelle zone periferiche o immediatamente confinanti (corona I). Estrapolando questa tendenza per i prossimi decenni, possiamo ipotizzare che la popolazione delle città analizzate, data dalla somma del numero dei residenti dei centri e delle periferie, aumenti in modo considerevole, avvicinandosi o superando i 10 milioni di abitanti nel 2050 (+26-28 per cento rispetto agli attuali 8.878.000).

3. RISORSE IDRICHE E USO DOMESTICO

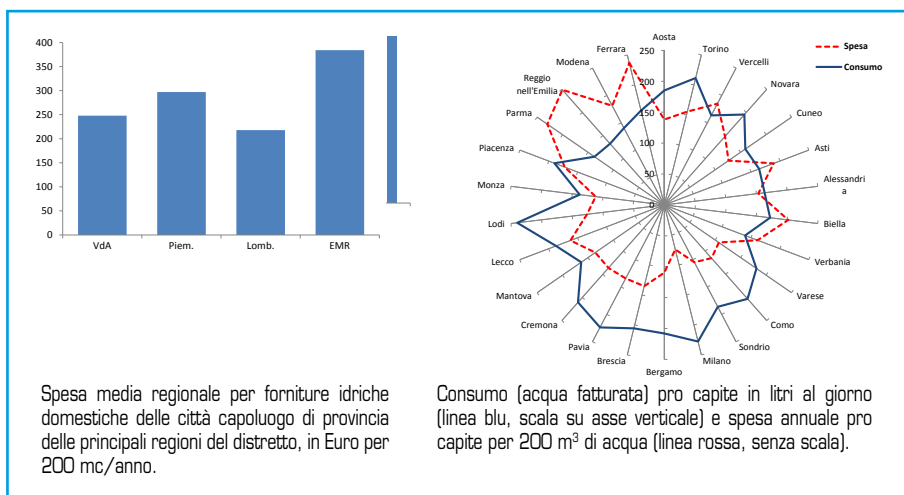
Considerata la bassa percentuale di utilizzo delle risorse idriche per uso potabile rispetto al totale utilizzato nel distretto idrografico, ~12 per cento delle derivazioni al netto dell'uso per la produzione energetica, la disponibilità d'acqua per utilizzi domestici sembrerebbe teoricamente garantita. Inoltre, il decreto legislativo del 3 aprile 2006, n.152 stabilisce la priorità dell'uso umano su tutti gli altri usi. In realtà, il servizio idrico risulta essere estremamente vulnerabile ai cambiamenti climatici, a causa della diffusa dipendenza da singole (falda o superficiale) e/o limitate fonti di approvvigionamento, e da altre condizioni non ideali di gestione della risorsa. Al fine di evidenziare le criticità esistenti, questo articolo analizza i consumi pro capite (pc) e totali dei maggiori poli urbani del distretto, le perdite di distribuzione e le tariffe idriche. Inoltre per identificare le prospettive future, vengono brevemente descritti i fattori di potenziale variazione della domanda pro capite ed assoluta.

L'analisi effettuata evidenzia una disomogeneità accentuata nel consumo (quantità fatturata per uso domestico nel 2011, ISTAT) compreso fra i 240 litri/giorno pro capite (l/g/pc) di Lodi ed i 132 litri l/g/pc di Reggio nell'Emilia. I consumi pc più bassi si registrano in Emilia-Romagna, ad eccezione di Piacenza che comunque nell'ultimo decennio (2000-2011) ha ridotto notevolmente i propri consumi (-31 per cento). La città che ha visto la maggiore riduzione nei consumi pc è Parma, -34,5 per cento nel decennio 2000-2011 (da 201 a 137 l/g/pc), mentre una sola città, Cremona, ha aumentato i propri consumi pc, +3.5 per cento (da 203 a 211 l/g/pc). La media di consumo pc nel distretto è di 197 l/g/pc. Anche le perdite di rete, stimate come differenza fra acqua immessa e acqua erogata (Censimento delle acque per uso civile, ISTAT 2008), sono piuttosto varie. Torino possiede il record negativo (34,5 per cento) mentre Aosta quello positivo (7,2 per cento). La media nel distretto è del 21,6 per cento. Nel decennio 1999-2008 Aosta e Sondrio hanno registrato la riduzione massima delle perdite (-72,3 e -62,9 per cento) mentre i comuni di Cuneo e Asti hanno registrato un aumento sostanziale delle perdite, rispettivamente del +184 e +102 per cento.

In base ai dati forniti da Federconsumatori sulla spesa media idrica pro capite nei Capoluoghi di Provincia, si riscontra che gli utenti che pagano le tariffe più alte risiedono nelle città dell'Emilia-Romagna, mentre gli utenti di Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia spendono in media meno. L'ultimo valore rilevato a disposizione (Federconsumatori, 2011) evidenzia come Reggio nell'Emilia sia la città con le tariffe più alte, 448 euro per 200 mc anno, mentre Milano quella con le tariffe più basse, 133 euro per 200 mc anno (teorici come consumo medio pc/anno). Per alcune delle 26 città i dati disponibili permettono un'analisi dell'andamento tariffario per il periodo 1999-2011. Anche qui, si notano ampie differenze. Mentre l'aumento medio della tariffa nel distretto, al netto dell'inflazione, ammonta a circa il 60 per cento, in alcune città, fra cui Piacenza e a Torino tale aumento supera i 140 e 120 per cento, mentre a Milano si ferma al di sotto del 7 per cento. Nel biennio 2010-2011 l'aumento medio della tariffa è stato del 12 per cento. In alcune città (fra cui Sondrio) il prezzo è diminuito in termini reali, mentre a Lecco l'aumento ha raggiunto quasi il 140 per cento.

Il consumo idrico dipende da diversi fattori, fra cui la tariffa idrica. La domanda di acqua è tendenzialmente poco elastica al prezzo (Figura 2 e 3) e solo fino ad una certa soglia. La domanda è influenzata da altri fattori non economici, ad esempio l'educazione al risparmio e l'efficienza idrica.

Figura 2 - Consumo idrico e tariffe, differenze riscontrate nei comuni capoluogo di provincia nell'anno 2011



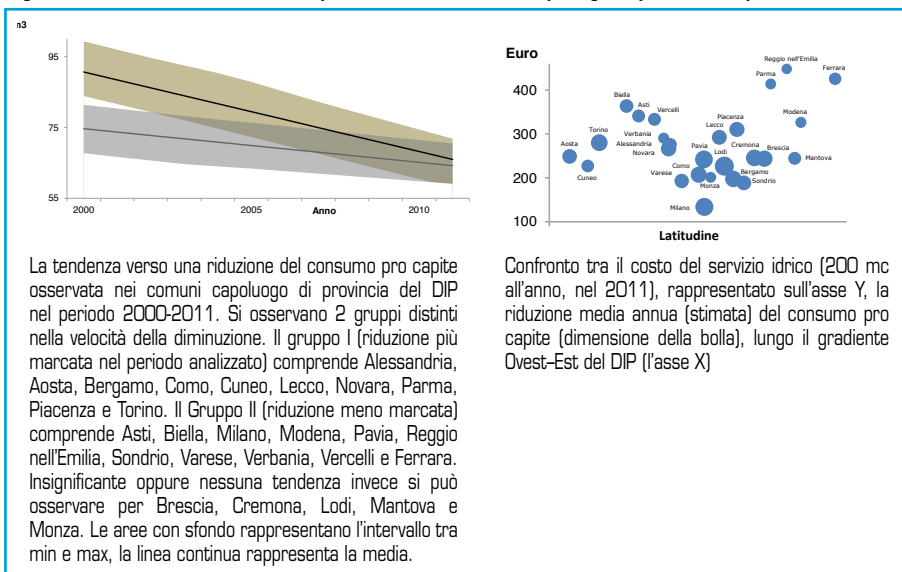
Fonte: Elaborazioni FEEM sui dati ISTAT e Federconsumatori

Oltre che dalle disequaglianze strutturali del servizio (per fonti ed infrastruttura), dalla varietà territoriale, dalle motivazioni storiche e dalle differenti disponibilità idriche naturali, le differenze riscontrate nel servizio idrico delle città nel DIP dipendono in larga misura dalle politiche adottate nel passato nei diversi Ambiti Territoriali Ottimali (ATO). Ad oggi, la riorganizzazione su base regionale delle Autorità d'Ambito, enti regolatori del Servizio Idrico Integrato, definita dal legislatore con la legge finanziaria del 2008 (legge 24 dicembre 2007, n.244) non è ancora stata pienamente introdotta in tutte le aree del distretto. Alcune regioni, come la Valle d'Aosta e la regione Emilia-Romagna hanno passato i compiti delle sopresse Autorità ad enti regionali, mentre altre, come Piemonte e Lombardia, non hanno ancora pienamente attuato la riforma (Palli, 2012). Queste disfunzioni istituzionali influiscono in maniera negativa sul livello di vulnerabilità del settore. Inoltre, l'analisi dei dati ha permesso di individuare ulteriori fattori di vulnerabilità. Ad esempio alcuni ATO (e per riflesso gli ambiti urbani degli ATO) evidenziano una eccessiva dipendenza strutturale da singole tipologie di fonti idriche. Ad esempio l'ATO a cui appartiene la città di Ferrara dipende per l'85 per cento dalle acque superficiali del fiume Po, mentre altre città, prevalentemente a monte del bacino, come la città di Milano, dipendendo al 100 per cento dalle acque sotterranee (ISTAT, 2008). Come già evidenziato durante le siccità del 2003 e 2006/07, tale dipendenza contribuisce in maniera notevole alla vulnerabilità del settore agli eventi estremi climatici. Si evidenzia che azioni preventive di diversificazione delle fonti sono state già intraprese da alcuni centri urbani più esposti (ad es. Parma e Ferrara).

Oltre alle variazioni demografiche descritte nel paragrafo precedente, la richiesta idrica nelle città del distretto potrà essere largamente influenzata dalla futura composizione sociale urbana. La modifica del tessuto sociale verso una tipologia residenziale composta da anziani e stranieri, potrebbe indurre nuove dinamiche. Sulla base di recenti studi, come quello di H. March et al. (2010), che ha studiato l'influenza dell'invecchiamento ed dell'immigrazione sul consumo domestico nell'area Metropolitana di Barcellona (Spagna), tali fattori spiegano in parte la diminuzione di consumo di acqua potabile. In base ai risultati ottenuti da March, l'invecchiamento della popolazione influisce positivamente sul risparmio idrico. Questo può essere spiegato da diversi fattori, fra cui una spiccata attitudine all'utilizzo moderato delle risorse, economiche e non, ed una ridotta capacità finanziaria. In parziale controtendenza a tale diminuzione, si evidenzia come la riduzione della dimensione media degli alloggi e la crescente diffusione di famiglie mono-bi componente producano maggiori consumi idrici pro capite, dovuti alla mancanza di meccanismi

economici di scala nei consumi. Inoltre, si può stimare che la crescente decentralizzazione degli sviluppi verso aree a più bassa densità abitativa, limitrofe ai centri urbani, sia un fattore di aumento della richiesta idrica causato dalla presenza di giardini e piscine. Lo stile di vita è un ulteriore fattore di variazione della domanda. Pratiche di igiene personale, come la doccia quotidiana ed il cambio di abbigliamento più volte al giorno, per l'ambito lavorativo e per quello ricreativo, sono invece caratteristiche della popolazione giovane e socialmente attiva (March et al., 2010), attualmente in diminuzione nel distretto. L'aumento della percentuale di residenti stranieri potrebbe inoltre contribuire a ridurre la richiesta idrica totale. La popolazione straniera residente (nuova) tende normalmente ad occupare le aree urbane ad alta densità abitativa, in appartamenti piccoli ed ottimizzati nei consumi, con economie di scale che producono un utilizzo pro-capite inferiore alla media.

Figura 3 - Attitudini al consumo di acqua osservata nei comuni capoluoghi di province nel periodo 2000-2011



Fonte: Elaborazioni FEEM sui dati ISTAT e Federconsumatori

Eseguendo una simulazione della domanda idrica sugli scenari demografici al 2050, senza considerare i fattori di variazione degli usi domestici di cui sopra, si evidenzia che per contrastare l'aumento della domanda dipendente dall'aumento della popolazione nei comuni capoluogo di provincia e limitrofi, e mantenendo il consumo domestico d'acqua totale ai livelli attuali, il consumo medio dovrebbe scendere dagli attuali valori di 197 l/g/pc a 157 l/g/pc (scenario medio), 141 l/g/pc per lo scenario demografico alto. In entrambi i casi si tratta di una stima conservativa, che non tiene conto degli altri fattori sociali, ecologici e produttivi. Non è negli scopi di questo documento quantificare la richiesta idrica futura, ma riteniamo che per elaborare i piani di gestione e di adattamento siano necessarie ulteriori elaborazioni della richiesta d'acqua futura, che tengano conto delle modifiche del tessuto socio-economico.

4. TARIFFAZIONE IDRICA E STRUMENTI ECONOMICI

Come accennato nel paragrafo 3, la leva tariffaria e gli incentivi di tipo economico possono avere un ruolo importante nell'indirizzare gli utenti verso un uso più sostenibile della risorsa. Benché la domanda di acqua sia in genere poco elastica al prezzo, il paragrafo 3 e altre indagini empiriche dimostrano una certa elasticità, nell'ordine di una riduzione dello 0,2-0,3% per ogni punto

percentuale di aumento del prezzo. Si può altresì dimostrare che, essendo la domanda sensibile alla tariffa marginale, più che alla tariffa media, è possibile ottenere risultati anche sorprendenti con un accorto disegno delle tariffe (Conte et al., 2013). Tuttavia, non si dovrebbe limitare l'attenzione solo all'uso della tariffa come strumento per controllare i consumi. Per molte e buone ragioni (OECD, 2011).

La prima è che un uso sostenibile dell'acqua non equivale alla mera riduzione dei consumi, e che in ogni caso la riduzione dei consumi non equivale alla mera riduzione degli sprechi. Se la tariffa marginale è in grado di controllare il livello della domanda, disincentivando inutili abluzioni o promuovendo qualche semplice accorgimento come l'installazione di riduttori di flusso ai rubinetti, essa è meno adatta a promuovere tutte quelle azioni che, invece, richiedono da parte degli utenti investimenti o azioni orientate al lungo periodo. Se è vero che la domanda di acqua in ambito domestico dipende in larga misura dalle dotazioni infrastrutturali (impianti idraulico-sanitari, elettrodomestici, ecc.), è alla sostituzione di questi, che occorre mirare. La tariffa, per servire a questo scopo, deve quindi prevedere una quota fissa di dimensioni adeguate, che si presti alla costruzione di incentivi. Pure si potrebbero sperimentare forme innovative di credito, anche promosse e gestite dagli stessi soggetti che erogano il servizio, in modo analogo a quanto avviene per il risparmio energetico.

La seconda ragione è che un uso sostenibile dell'acqua in ambito urbano non dipende solo dalla domanda finale, ma anche, e forse soprattutto, dagli interventi effettuati nel sistema di gestione. Occorre in altre parole che il gestore sia messo nelle condizioni di poter realizzare gli investimenti necessari. Ciò richiede, da un lato, che la tariffa consenta di generare i margini necessari per finanziare gli investimenti (se si fa ricorso al mercato finanziario), o di anticipare le risorse per poterle investire, se si intende ricorrere all'autofinanziamento. Dall'altro lato, richiede che opportuni incentivi siano posti in essere per guidare le strategie del gestore. Ad esempio, una tassa sui prelievi di acqua dall'ambiente potrebbe incentivare soluzioni per la riduzione delle perdite, specie se il meccanismo tariffario impedisce di trasferirne l'onere sugli utenti, o lo consente solo in parte.

La terza ragione è che azioni orientate all'uso sostenibile della risorsa, sempre di più, dipendono dalla possibilità di mettere in atto soluzioni cooperative che interessano altri utilizzatori dell'acqua, e in particolare quelli agricoli. Si pensi solo al tema della protezione delle captazioni dall'inquinamento, alla possibile condivisione di sistemi di stoccaggio e adduzione, al riuso delle acque depurate per l'irrigazione, alla costruzione attorno alle città di parchi agricolo-urbani funzionali anche a una restituzione controllata delle acque reflue all'ambiente; o, ancora, al tema del drenaggio delle acque meteoriche, alla ricarica delle falde. Tutte queste soluzioni, per essere praticabili, devono prevedere la possibilità di compensare i cosiddetti "servizi ecosistemici" svolti dagli agricoltori (o da altri soggetti), ammettendo gli oneri corrispondenti tra i costi ammissibili alla copertura tariffaria, o destinandovi i proventi di apposite tasse di scopo.

5. CONCLUSIONI

Questo documento evidenzia come il servizio idrico sia vulnerabile ai cambiamenti climatici, sociali e di sviluppo economico. La resilienza del settore dipende ampiamente dalla sua capacità di finanziare in maniera sostenibile gli interventi di miglioramento del servizio idrico. La riforma delle tariffe avviata nel 2011 dal nuovo regolatore, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG), si è concentrata per ora sul consolidamento dei livelli di ricavo dei gestori e sulla finanziabilità degli investimenti. A questo scopo ha previsto un meccanismo che considera tra i costi il valore rivalutato dei cespiti realizzati in passato, che il precedente metodo non riconosceva; i flussi di cassa così generati concorrono ad autofinanziare il sistema, riducendo la necessità di ricorrere al credito esterno. Sebbene perfezionabile in molti punti, il "metodo transitorio" si muove nella giusta direzione, riconoscendo l'insostenibilità di un finanziamento del sistema interamente a carico del mercato. Pure è interessante l'idea di mettere una parte di questi proventi a disposizione delle autorità pubbliche per il finanziamento di interventi di carattere sociale, come ad esempio i voucher per le famiglie meno abbienti.

Tuttavia, si tratta di un intervento ancora parziale e limitato, che potrà forse risolvere una delle criticità più urgenti – la garanzia dell'equilibrio finanziario delle gestioni e la bancabilità dei piani di investimento – ma non è ancora sufficiente. In direzione di una riforma complessiva del sistema tariffario, occorre a nostro avviso prevedere:

- un ridisegno degli strumenti di fiscalità ambientale, e in particolare dei canoni demaniali. Questi dovrebbero essere calcolati in modo da corrispondere ai "costi ambientali e della risorsa", e destinati in via prioritaria al finanziamento degli interventi funzionali a una gestione integrata e sostenibile a livello di bacino.

- un ridisegno della struttura delle tariffe, prevedendo una quota fissa consistente che si presti sia a forme di agevolazione di carattere sociale, sia all'incentivazione di interventi strutturali (es. bonus per le ristrutturazioni o gli elettrodomestici).

- la costruzione di circuiti di finanza agevolata basata su meccanismi di mutualità, in grado di accedere al mercato finanziario attraverso un canale collettivo e condiviso tra più gestioni, onde limitare il rischio che il mercato si assume.

Questi interventi, oltre a garantire la sostenibilità del sistema di gestione, produrranno benefici rilevanti nella riduzione degli sprechi, dei consumi e nell'ottimizzazione degli usi. Le variazioni previste, in termini di variabilità della disponibilità idrica, aumento demografico, modifiche di uso del suolo e dinamica della domanda, richiedono interventi innovativi, che riducano il rischio di insicurezza idrica nel medio-lungo periodo.

Pertanto riteniamo che la resilienza del settore nei confronti delle pressioni antropiche e naturali previste abbia ancora notevoli margini di miglioramento. Le caratteristiche sistemiche attuali non garantiscono la sicurezza idrica futura agli eventi climatici estremi, previsti in aumento per intensità e frequenza. Inoltre, la competizione dei settori produttivi per la risorsa incrementerà il livello di vulnerabilità, anche del servizio idrico, prioritario rispetto agli altri. Strumenti economici come le tariffe ed i canoni demaniali, il riequilibrio finanziario delle gestioni e l'introduzione di soluzioni cooperative fra gli utilizzatori della risorsa, possono essere intrapresi con successo per aumentare la resilienza. Le opzioni descritte in questo documento garantirebbero una migliore gestione del servizio idrico. È importante quindi che vengano considerate nello sviluppo dei piani di gestione e nella costruzione di piani e strategie nazionali, regionali e locali di adattamento ai cambiamenti climatici.

BIBLIOGRAFIA

Autorità di bacino del fiume Po, 2006. *Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorse idriche*. Autorità di Bacino del Fiume Po. Disponibile su www.adbpo.it

Conte G., Bolognesi A., Bragalli C., Branchini S., De Carli A., Lenzi C., Masi F., Massarutto A., Pollastri M., Principi I., 2013. *Innovative Urban Water Management as a Climate Change Adaptation Strategy: Results from the Implementation of the Project "Water Against Climate Change (WATACLIC)*. *Water* 01/2012, 4:1025-1038. DOI: 10.3390/w4041025.

DPS, 2013. *Un progetto per le aree interne del paese. Ministro dello sviluppo economico, dipartimento per lo sviluppo e la coesione economica*. Disponibile su http://www.dps.tesoro.it/Aree_interne/ml.asp consultato il 1 Luglio 2013.

EC, 2012. *A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2012)673 final.

Federconsumatori, vari anni. *Indagini Nazionali sulle tariffe del servizio idrico*. Disponibili su www.federconsumatori.it. Consultati in Maggio 2012.

Kossida M., Kakava A., Tekidou A., Iglesias A. & Mimikou M., 2012. *Vulnerability to Water*

Scarcity and Drought in Europe. Thematic assessment for EEA 2012 Report. Technical Report 3/2012, European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine waters (ETC-ICM), European Environmental Agency, Copenhagen.

ISTAT, 2008. *Censimento delle risorse idriche ad uso civile.* Disponibile su www.istat.it.

ISTAT, 2011. *Il futuro demografico del paese. Previsioni regionali della popolazione residente al 2065.* Disponibile su www.istat.it.

March, H., David Saurí, 2010. *The Suburbanization of Water Scarcity in the Barcelona Metropolitan Region: Sociodemographic and Urban Changes Influencing Domestic Water Consumption.* *The Professional Geographer* Vol. 62, Iss. 1, 2010

OECD (2011), *Benefits of Investing in Water and Sanitation: An OECD Perspective.* OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264100817-en>.

Palli, E., 2012. *La (prorogata) soppressione delle Autorità d'ambito territoriale ottimale nei servizi pubblici ambientali.* In *Istituzioni del Federalismo* 04/2012.

UN-Water, 2013. *Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief.* United Nations University, Institute for Water, Environment & Health (UNU-INWEH), Ontario, Canada.

IL CICLO DELL'ACQUA A ROMA: DALLA CAPTAZIONE ALLA DEPURAZIONE

M. CECILIA¹, E. SANTINI²

¹TPALL, ARPA Lazio, ²Geografo, Studio AFP Geo

ABSTRACT

Il problema dell'acqua emerge con forza e sempre più spesso anche in Italia.

Nel nostro Paese, infatti, l'allarme è ormai esteso a un terzo dei Comuni che sono a forte rischio idrogeologico; molte riserve idriche, soprattutto al Centro-Sud, sono a secco ed il fenomeno tende ad aggravarsi anche in relazione agli effetti ascrivibili presumibilmente all'effetto serra. E' ormai improcrastinabile la necessità di avviare iniziative per ridurre i prelievi di acqua e per incentivarne il riutilizzo. Obiettivi fondamentali diventano quelli di limitare il prelievo di acque superficiali e sotterranee, ridurre l'impatto degli scarichi sui corpi idrici ricettori, incentivare il risparmio attraverso l'utilizzo multiplo delle acque reflue.

La tipologia degli interventi cofinanziati dal programma "Risorse Idriche" è determinata nell'ambito del "ciclo integrato dell'acqua", un concetto moderno e fondamentale per la buona amministrazione della risorsa acqua e per la tutela dell'ambiente. Il ciclo integrato dell'acqua si compone, infatti, di tutta una serie di fasi che vanno dalla captazione, alla potabilizzazione, alla distribuzione, al collettamento, alla depurazione ed alla restituzione.

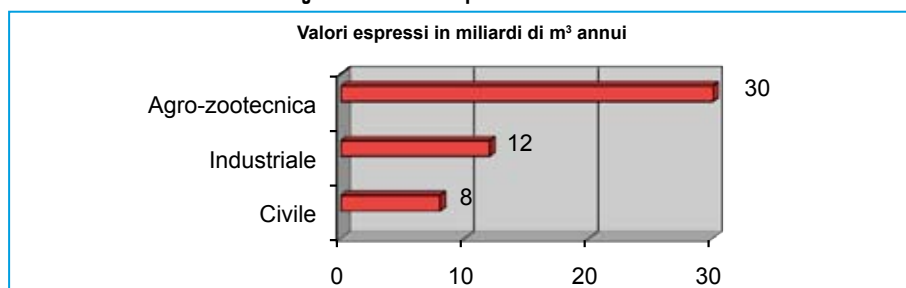
Parole chiave: Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (P.R.G.A.); Rete Distribuzione Idrica; Depurazione; ATO.

1. INTRODUZIONE

L'Italia, essendo tra i maggiori utilizzatori di risorse idriche, dovrà necessariamente incentivare il risparmio in settori come quello agricolo, che oggi assorbe circa il 60 per cento dei consumi idrici, ma dove - secondo una recente indagine compiuta dall'Irsa-Cnr (Istituto di ricerca sulle acque del Consiglio nazionale delle ricerche) - ben il 29 per cento dell'attuale fabbisogno irriguo potrebbe essere coperto potenzialmente da acque reflue recuperate.

Pertanto tra gli interventi cofinanziati abbiamo grandi acquedotti e reti idriche interne, impianti di trattamento delle acque (impianti di sollevamento, depurazione,.....), ma anche impianti per uso plurimo della risorsa idrica (civile, industriale e irriguo).

Figura 1 - Uso dell'acqua a livello nazionale



2. IL PIANO DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DI ROMA E LA CREAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI OTTIMALI DI GESTIONE

Il sistema di approvvigionamento idrico del Comune di Roma, utilizza una pluralità di risorse provenienti in massima parte dalle ricche sorgenti carsiche dell'Appennino centrale ed ulteriori apporti provenienti dalle formazioni piroclastiche dei vulcani laziale e sabatino.

L'adduzione impegna circa 300 Km di acquedotti che attraversano numerosi comuni dell'hinterland romano e, tale circostanza ha suggerito, tra il 1963 e il 1968 in sede di redazione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (P.R.G.A.) da parte del Ministero dei LL.PP., di estendere la funzione degli impianti destinati alla città di Roma anche all'alimentazione dei comuni stessi.

È stato quindi concepito, in tale ambito, il cosiddetto "schema 66-Roma" del P.R.G.A., approvato nel 1968, che individua un complesso di risorse idriche da destinare oltre che alla città di Roma anche a 107 comuni del suo hinterland, onde sopperire al relativo fabbisogno idrico fino al 2015. In particolare, dello schema 66-Roma fanno parte 67 dei 119 comuni della Provincia di Roma, 36 comuni della Provincia di Rieti e 5 comuni della Provincia di Viterbo.

Il P.R.G.A. ed i suoi successivi aggiornamenti hanno rappresentato lo strumento programmatico di riferimento per la realizzazione sia dell'imponente complesso di opere poste al servizio degli insediamenti sviluppatisi all'interno del territorio del comune di Roma, sia all'approvvigionamento dei comuni limitrofi.

Nello specifico per la città di Roma, le fonti di approvvigionamento idrico sono costituite da 5 sorgenti (Peschiera, Capore, Acqua Marcia, Acquedotto Vergine e Acquoria); 4 campi pozzi (Pantano Borghese, Finocchio, Torre Angela e Torre Spaccata) ed il Lago di Bracciano come integrazione marginale in caso di emergenza idrica cittadina. Le acque vengono captate in modo da rispettare i tempi di ripristino fissati dal ciclo idrogeologico naturale e vengono gestite tramite i sistemi acquedottistici sia a gravità che a pressione. Altre fonti di approvvigionamento per la fornitura non potabile dedicata all'innaffiamento di parchi e giardini della città provengono dalle sorgenti Traianee, Salone e fiume Tevere. La rete idrica della città si sviluppa su un totale di 5.951,53 km di condotte.

In termini di portate captabili, il censimento fornisce una risorsa complessiva di 20.66 mc/s di cui le sorgenti Peschiera (10 mc/s prelevabili su un totale di 17 mc/s medi annui), Capore (4.3 mc/s) ed Acqua Marcia (4.9 mc/s medi annui) costituirebbero circa il 93% della portata (19.2 mc/s).

Contenuti ed articolazioni

Il Piano di approvvigionamento idrico è stato suddiviso in tre parti distinte:

- Il sistema di smistamento;
- Il sistema di distribuzione primaria;
- Il sistema acquedottistico.

Di queste le prime due riguardano essenzialmente il Comune di Roma mentre la terza è relativa all'approvvigionamento idrico dell'intero comprensorio acquedottistico " Schema 66- Roma" del P.R.G.A.

Obiettivo del Piano è stato quello di definire il fabbisogno dell'intero comprensorio acquedottistico e di stabilire gli interventi da porre a base della programmazione futura per il soddisfacimento della richiesta idrica.

Nella prima parte del Piano si è provveduto alla revisione e all'aggiornamento del sistema di smistamento, costituito dal complesso delle condotte di adduzione destinate al trasporto dell'acqua dalle vasche terminali degli acquedotti ai centri di distribuzione che alimentano le reti delle diverse zone idriche in cui è suddiviso il territorio comunale.

Il sistema di smistamento

La prima fase dello studio è stata diretta alla determinazione del fabbisogno idrico della città di Roma nel prossimo decennio.

A tal fine si è provveduto alla stima dello sviluppo demografico nell'arco di tempo assunto a riferimento dal piano ed alla valutazione delle dotazioni di progetto.

Dal confronto fra il fabbisogno idrico determinato e le attuali disponibilità di risorse e di impianti, è emersa la necessità di reperire nuove fonti per l'approvvigionamento idrico di Roma e di adeguare e potenziare il sistema di smistamento delle portate.

Dall'analisi dello sviluppo demografico è emerso che le previsioni di incremento poste a base della precedente pianificazione, effettuata agli inizi degli anni '70, non hanno seguito l'andamento previsto, mentre l'espansione della città ha continuato ad attuarsi in maniera spesso incontrollata e difforme rispetto alle indicazioni del P.R.G., interessando principalmente vaste aree extraurbane dell'agro romano.

I dati di popolazione a cui la precedente pianificazione faceva riferimento erano infatti quelli di completa "saturazione urbanistica" secondo le indicazioni del P.R.G. vigente, ed erano congruenti con le previsioni del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti, nel quale per Roma si stimava il raggiungimento al 2015 di una popolazione di 5.267.000 abitanti, dato che non trova più alcun riscontro nella odierna realtà che vede una popolazione residente nel Comune stabilizzata attualmente intorno ai 2.800.000 abitanti.

Il quadro della pianificazione urbanistica è stato inoltre notevolmente modificato dall'adozione di diverse varianti al P.R.G. di Roma, con le quali si è, tra l'altro, provveduto a sanare alcuni degli insediamenti periferici spontaneamente sorti.

Sono state quindi definite le nuove condotte adduttrici ed i nuovi centri di distribuzione con le relative capacità di compenso per potenziare l'attuale sistema di smistamento.

Le zone per le quali è stata prevista la realizzazione dei nuovi centri idrici sono per la maggior parte quelle extraurbane, mentre sono stati previsti interventi di completamento e/o adeguamento per alcuni dei centri di distribuzione esistenti.

3. SISTEMI ACQUEDOTTISTICI E CENTRI DI SMISTAMENTO IDRICI

Il sistema di distribuzione primaria

Dalle condotte alimentatrici si diramano le condotte distributrici propriamente dette, che si sviluppano nel dettaglio lungo la viabilità esistente e sulle quali vengono allacciate le derivazioni per le singole utenze.

L'attuazione della suddivisione della intera città in zone idriche, le cui reti saranno alimentate da uno o più centri di distribuzione, consentirà di ottimizzare il sistema di distribuzione e di estendere a tutte le zone della città il controllo diretto ed automatico delle portate distribuite e delle condizioni piezometriche che si determinano, nonché di operare un più efficace recupero delle attuali perdite in rete.

Figura 2 - Sistema di smistamento e centri di distribuzione idrica



Fonte: Pubblicazione ACEA, Piano per l'approvvigionamento idrico (previsioni di sviluppo) fuori commercio

Per ottenere la massima razionalizzazione ed efficienza della gestione del servizio idrico si è resa necessaria la ridefinizione degli schemi idraulici della rete anche al fine di:

- consentire i collegamenti delle reti ai nuovi centri idrici;
- alimentare le zone oggetto di programmi di sviluppo edilizio;
- garantire la distribuzione delle portate previste nel giorno dei massimi consumi.

Dall'attività di progettazione svolta è emerso che:

- nelle zone centrali, dove la rete è densamente sviluppata e l'espansione urbanistica prevista molto limitata, gli interventi necessari sono essenzialmente diretti alla realizzazione delle condotte di collegamento della rete ai nuovi centri di distribuzione;
- nelle zone periferiche gli interventi risultano più numerosi in quanto sono ovviamente collegati ai programmi di sviluppo presi a riferimento.

Il sistema acquedottistico

Nella parte terza del Piano si è provveduto a:

- definire la domanda idrico- potabile dei comuni collegati o collegabili in futuro al complesso degli impianti acquedottistici romani e proiettarla al 2015 con dati aggiornati;
- individuare, tra quelle disponibili, le risorse che possono soddisfare questa domanda e quella futura del Comune di Roma;
- pianificare e programmare gli interventi che si rendono progressivamente necessari per la captazione e la adduzione di nuove risorse ed il miglior utilizzo di quelle esistenti.

Alla luce di quanto affermato precedentemente il governo dell'acqua riveste una grande importanza sia dal punto di vista gestionale che di pianificazione. L'unitarietà della gestione dell'acqua è stata resa possibile dalla legge 36 del 5 gennaio 1994 (Legge Galli) grazie all'istituzione delle **Autorità d'Ambito Territoriali Ottimali**. Le AATO (91 in tutto il territorio italiano) sono delle associazioni di Comuni che, coordinati tra loro, mirano alla tutela della risorsa idrica e al miglioramento del servizio, avendo il compito di affidare il Sistema Idrico Integrato ad un unico gestore per ciascun ambito territoriale.

Ci si è resi conto che soltanto organismi di dimensioni ottimali sono in grado di pianificare ed organizzare gestioni in grado di assicurare efficienza, efficacia ed economicità oltre che disporre di risorse finanziarie adeguate per realizzare i progetti delle reti ed impianti annessi. La legge

regionale n.6/96 ha suddiviso il Lazio in 5 ATO rispettando la divisione politica per province. Dopo l'entrata in vigore della legge 36/94 detta "legge Galli" e delle leggi regionali che hanno delimitato gli ambiti territoriali, lo "Schema 66-Roma" entra a far parte dei programmi e dei progetti dell'ATO 2.

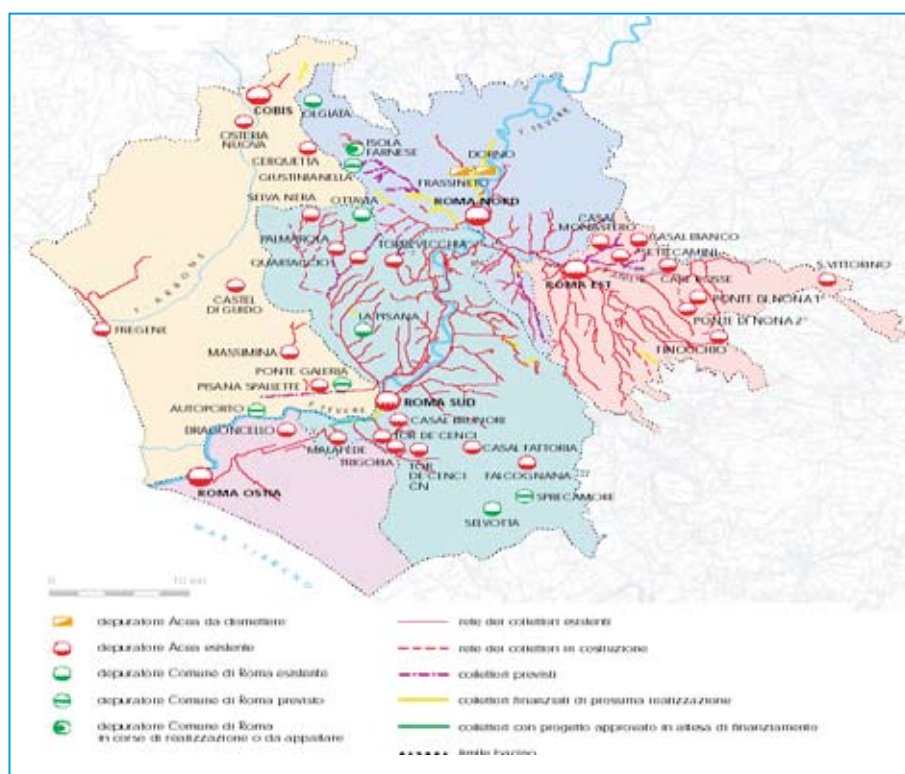
L'intervento dell'ATO 2 nell'hinterland romano rappresenta, sul piano socio - economico, un salto di qualità nella gestione del servizio idrico, a cui l'Azienda della città di Roma, per la sua vocazione metropolitana non può sottrarsi. Basti pensare alla maggiore affidabilità offerta da un sistema che utilizzi una pluralità di risorse quantitativamente cospicue e reciprocamente compensabili, garantite da un controllo permanente delle caratteristiche di qualità del servizio.

Attualmente, nell'Ambito Territoriale Ottimale, denominato ATO 2 – Lazio Centrale, che comprende la città di Roma e altri 111 Comuni della Provincia, il volume di acqua immesso in rete a servizio dei 3,7 milioni di abitanti, tra residenti e fluttuanti, è stato di circa 599 milioni di mc (di cui 471 milioni di mc nella "rete storica" di Roma e Fiumicino).

4. PIANO DELLE FOGNATURE

L'esigenza di procedere con un piano organico di risanamento fu avvertita dalla Ripartizione LL.PP. del Comune di Roma, per quanto di propria competenza, con la predisposizione del Piano di Massima delle Fognature e degli impianti di depurazione della città, avviato già negli anni 60 ed approvato nel 1970 dal Consiglio Superiore dei LL.PP.. Il piano fu poi ripreso e rivalutato nel

Figura 3 - Depuratori e rete fognaria nei Comuni di Roma e Fiumicino



Programma delle Fognature, programma che, in obbedienza al dettato dell'art. 14 della legge 319/76, la Giunta Comunale ha deliberato nel dicembre 1977 e presentato alla Regione Lazio. Il piano si pone come l'ideale strumento per risolvere in modo globale i problemi di fondo tecnico-igienici ed economici derivanti dall'utilizzazione dell'acqua nell'ambiente cittadino, al fine di recuperare la qualità sia per i fiumi che per il litorale romano.

Nel piano l'esame delle componenti che intervengono nel problema dello smaltimento delle acque usate, viste singolarmente nella loro consistenza attuale e per quelle trasformabili nella loro configurazione futura (ricordiamo fra l'altro la necessità di conservare l'ingentissimo patrimonio rappresentato dalla esistenza delle fognature di una città di oltre 2700 anni) unitamente all'esame della componente economica vista sotto il duplice profilo del costo di costruzione e di gestione, ha determinato le suddivisioni del territorio comunale in quattro zone principali e in altre zone secondarie, denominate località isolate.

Esse sono:

- Zona Nord: comprende i bacini le cui acque si sversano nel Tevere a nord della confluenza con l'Aniene e nel tratto terminale dell'Aniene.
- Zona Est: comprende i bacini tributari dell'Aniene nel restante tratto.
- Zona Sud: comprende i bacini tributari del Tevere dalla confluenza con l'Aniene fino alla Magliana e Acilia.
- Zona Ovest: comprende i bacini sversanti sul tratto terminale del Tevere o direttamente al mare.
- Zone isolate: tra le più importanti si ricordano, Cesano e San Vittorino.

Nella pianificazione idraulica-igienica proposta è stato introdotto il concetto di *comprensorio di depurazione* quale riunione di quei bacini idraulici o di unità urbanistiche, omogenee o diverse, le cui acque raggiungono per la depurazione lo stesso impianto.

Ogni *comprensorio di depurazione* è munito di un impianto di depurazione centralizzato, in quanto i fattori primari presi in considerazione depongono a favore della concentrazione degli impianti piuttosto che di una loro dispersione.

La scelta assicura e consente una maggiore uniformità qualitativa delle acque trattate, una maggiore economia nei costi di realizzazione e di gestione e di una maggiore efficacia nel controllo, a cui si contrappone soltanto un maggior onere nelle opere di adduzione compensato peraltro dai vantaggi sopraddetti. Nell'area storica di Roma e Fiumicino, i principali impianti di depurazione hanno trattato nell'anno 2011 un volume di acqua pari a 599 milioni di metri cubi.

5. CONCLUSIONI

Lo sviluppo demografico e sociale verificatosi negli ultimi decenni ha modificato sensibilmente la situazione ipotizzata all'epoca della redazione del P.R.G.A. inducendo l'Azienda ad aggiornare il Piano Generale di Approvvigionamento Idrico di Roma assumendo come riferimento temporale il prossimo decennio e quindi definendo gli interventi da attuare a medio termine.

L'esperienza recente ha mostrato infatti che rapidi e spesso imprevedibili cambiamenti socio-economici incidono pesantemente sull'attuazione dello sviluppo edilizio e sull'andamento demografico, operando modificazioni che rendono particolarmente difficile la programmazione delle opere previste.

Tutto ciò permette lo svolgimento degli studi preliminari indispensabili per una corretta programmazione di opere anche rilevanti e, nello stesso tempo consente l'adattamento della scelta dei grandi impianti di adduzione alle particolari esigenze dello sviluppo urbano e metropolitano e del conseguente aumento dei fabbisogni, assicurando comunque la massima utilizzazione delle opere eseguite.

In tal modo si intende assicurare un elevato grado di "elasticità" della programmazione, già auspicato nei documenti di pianificazione generale adottati in passato, in modo da consentire, nel corso della graduale attuazione, gli eventuali aggiustamenti che fossero necessari per rendere più adeguata la risposta del sistema alle esigenze del servizio.

I controlli analitici sulle acque distribuite agli utenti assumono un rilievo fondamentale per i riflessi sanitari che ne derivano, pertanto vengono attuati piani di monitoraggio da parte degli organi di controllo sulla qualità delle acque potabili erogate e di quelle reflue restituite all'ambiente dopo depurazione. Le successive tabelle mostrano una sintesi delle attività svolte in questo ambito.

Tabella 1 - ACEA Campionamenti

Controlli analitici su acque potabili totali e per società (2009-2011)

| | n. di controlli analitici su acque potabili | | |
|------------|---|---------|---------|
| | 2009 | 2010 | 2011 |
| ACEA ATO 2 | 359.728 | 330.269 | 337.529 |

Controlli analitici su acque reflue totali e per società (2009-2011)

| | n. di controlli analitici su acque reflue | | |
|------------|---|--------|--------|
| | 2009 | 2010 | 2011 |
| ACEA ATO 2 | 87.056 | 98.150 | 95.527 |

BIBLIOGRAFIA

- CONVENZIONE DI GESTIONE ATO2, Lineamenti Idrogeologici (allegato). 2002
- BILANCIO DI SOSTENIBILITA' ACEA. 2011
- FUNARI E., Ambiente e salute in Italia- Le risorse idriche. Roma, Il Pensiero Scientifico Editore
- PUBBLICAZIONE A.C.E.A., Piano per l'approvvigionamento idrico di Roma e del comprensorio connesso (Previsioni di sviluppo), fuori commercio. 1993
- PUBBLICAZIONE DEL COMUNE DI ROMA (Dipartimento lavori pubblici e manutenzione urbana), Lo sviluppo della rete fognante della città, 2000
- PROVINCIA DI ROMA - (Dipartimento Ambiente), I Depuratori Comunali della Provincia di Roma, 1998
- AA.VV. Atti Convegno accettabilità delle acque per usi civili e agricoli, Accademia Nazionale dei Lincei, 2002
- BIANUCCI G. - BIANUCCI RIBALDONE E., Impianti di depurazione delle acque residue. Milano, Ed. HOEPLI 2001
- SITI INTERNET CONSULTATI:
- <http://www.acea.it>
- <http://www.autoritadibacino.it>

PRESENZA NATURALE DI ARSENICO NELLE ACQUE SOTTERRANEE E POTABILI ITALIANE

M. MARCACCIO¹, S. BERNABEI²

¹ ARPA, Emilia-Romagna; ² ISPRA, Dipartimento per la tutela delle acque interne e marine

L'arsenico è un elemento chimico molto diffuso in natura, in quanto presente in diversi minerali e rocce della crosta terrestre. L'arsenico è un elemento altamente tossico e il suo valore limite nelle acque potabili (WHO, 1993; D. Lgs. 31/2001), che coincide con il valore soglia per il buono stato ambientale dei corpi idrici sotterranei (D. Lgs. 30/2009), è pari a 10 µg/L. Chimicamente fa parte del gruppo dei semimetalli (IUPAC), che pur presentando potenzialmente quattro stati di ossidazione (-3, 0, +3 e +5), la forma più stabile in natura in ambiente riducente è l'arsenito (As(III)), mentre in ambiente ossidante è l'arseniato (As(V)).

La presenza e diffusione naturale dell'arsenico nelle acque dolci, sia superficiali (corsi d'acqua e laghi) che sotterranee, dipende dalla tipologia di rocce presenti rispettivamente nel bacino idrografico e in quello idrogeologico, oltre ai processi geochimici e microbiologici che governano la mobilità dell'elemento tra matrice solida e acqua.

L'abbondanza dell'elemento a scala globale varia nelle rocce ignee da 0.5-5.8 mg/kg per le andesiti a 0.06-113 mg/kg per i basalti, mentre nelle rocce sedimentarie varia da 0.1-20 mg/kg per i calcari, 0.6-120 mg/kg per le arenarie e 0.3-490 mg/kg per le argille (NAS, 1977). I minerali in cui l'elemento risulta più concentrato risultano i solfuri (ad esempio pirite, arsenopirite, marcasite, calcopirite, galena); concentrazioni significative si riscontrano anche in ossidi e idrossidi prevalentemente di ferro e manganese (ad esempio ematite, magnetite, ghoetite, lepidocrocite) e in misura minore nei carbonati (calcite, siderite, rodocrosite).

La concentrazione naturale media nelle acque superficiali e sotterranee può variare di diversi ordini di grandezza da zona a zona e con la profondità (da 0.5 a oltre 5000 µg/L; Smedley e Kinniburgh, 2002), in funzione della presenza nel bacino idrografico di litologie con minerali ricchi di arsenico, in contesti vulcanici e/o termali in cui vi è la venuta a giorno di acque profonde, in zone dove sono presenti attività di tipo estrattivo o minerario, in zone alluvionali dove le velocità di filtrazione dell'acqua sono mediamente basse. L'arsenico risulta inoltre coinvolto in diversi processi microbiologici e quindi la presenza di matrice organica risulta determinante per la mobilità dell'elemento in particolari contesti ambientali.

Generalmente però le concentrazioni medie riscontrate nella maggior parte delle acque sotterranee a scala globale oscillano tra 1 e 10 µg/L. Nei processi di mobilizzazione dell'arsenico sono coinvolti anche diversi altri elementi chimici potenzialmente contaminanti, come piombo, zinco, rame, nichel, ferro e manganese (Smedley e Kinniburgh, 2002).

In genere i problemi ambientali legati alla presenza di arsenico nelle acque sotterranee sono il risultato di processi, in condizioni naturali, di mobilizzazione dell'elemento da sedimenti o rocce. Solo alcune attività antropiche possono determinare un aumento significativo delle concentrazioni di arsenico nelle acque sotterranee, in particolare quelle meno profonde, ad esempio attività industriali, attività minerarie, l'uso di combustibili fossili, l'uso di fitofarmaci arsenicali, erbicidi, essiccanti, additivi per alcuni alimenti zootecnici oltre che per la preservazione del legno (Smedley e Kinniburgh, 2002).

La presenza di alte concentrazioni di arsenico nelle acque sotterranee è un problema riconosciuto in tutto il mondo (Figura 1), dove concentrazioni di arsenico superiori a 50 µg/L sono presenti in diversi acquiferi in Argentina, Bangladesh, Cile, Cina, Ungheria, India, Messico, Romania, Taiwan, Vietnam e sud-ovest USA. In Giappone, Nuova Zelanda, Russia, Islanda, Francia, Repubblica Dominicana e USA, le alte concentrazioni di arsenico sono associate a contesti geotermici.

Figura 1 - Distribuzione a scala globale dei principali acquiferi interessati dalla presenza di arsenico e problemi ambientali delle acque sotterranee determinati dalla presenza di attività minerarie e termalismo. In azzurro i laghi caratterizzati dalla presenza significativa di arsenico



Fonte. Smedley e Kinniburgh, 2002

In Italia alte concentrazioni di arsenico nelle acque sotterranee sono presenti nelle zone vulcaniche del Lazio, Campania e Toscana (Baroni et al. 2004; Daniele, 2004; Preziosi et al., 2009), dove sono presenti rocce ignee sia di tipo intrusivo che effusivo aventi naturalmente tenori di arsenico elevati. Sono disponibili anche alcune mappature degli acquiferi vulcanici del centro e sud Italia caratterizzati da questo fenomeno (Baiocchi et al., 2011); in generale sono interessati gli acquiferi più profondi e meno quelli più superficiali. Oltre alla Sardegna meridionale (Frau et al., 2008), alte concentrazioni di arsenico si riscontrano negli acquiferi della pianura alluvionale padana, in particolare nei territori di Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna (Arpa Emilia-Romagna, 2005; Ungaro et al., 2008). In questo caso l'arricchimento di arsenico nelle acque avviene prevalentemente in acquiferi a modesta permeabilità, caratterizzati da sabbie e sabbie limose, le cui acque presentano un basso valore del potenziale redox (condizioni riducenti) con elevato contenuto di ferro, manganese, ione ammonio e sostanza organica. In queste condizioni ambientali, i processi di mobilizzazione e di trasporto dell'arsenico e di altri eventuali metalli coinvolti nel processo, sono governati dall'equilibrio degli ossidi/idrossidi di ferro e manganese. La progressiva dissoluzione degli ossidi/idrossidi di ferro e manganese all'aumentare delle condizioni riducenti porta ad un incremento di questi metalli, oltre che di arsenico, nelle acque sotterranee. La variabilità naturale delle condizioni redox di questi ambienti nell'arco dell'anno spiega la variabilità riscontrata nelle concentrazioni di arsenico nell'acqua sotterranea per effetto dei naturali processi di precipitazione nella matrice solida di ossidi/idrossidi e successiva dissoluzione degli stessi (Arpa Emilia-Romagna, 2005; Postma et al., 2007; Berg et al., 2007). In generale le concentrazioni anomale dell'elemento non interessano gli acquiferi della fascia delle conoidi alluvionali, che sono quelli maggiormente utilizzati per uso potabile, ma solo quelli più profondi e confinati della pianura. Alcune evidenze di concentrazioni elevate di arsenico sono state riscontrate in acquiferi freatici superficiali di pianura, dove il fenomeno è riconducibile alle variazioni locali del potenziale redox indotte dalle oscillazioni stagionali della falda (Harvey et al., 2002; Du Laing et al., 2009).

Un primo quadro di sintesi delle concentrazioni di arsenico nelle acque sotterranee italiane può essere ricostruito utilizzando le risultanze del monitoraggio ambientale svolto dalle regioni con apposite reti di monitoraggio. Si è scelto come periodo di riferimento il biennio 2008-2009 in

quanto è disponibile un numero significativo di regioni che avevano trasmesso i dati di monitoraggio (Ispra, 2010), seppure questo elemento non venisse ricercato da tutte le regioni, manca ad esempio per Liguria, Abruzzo, Molise e Puglia.

Le concentrazioni di arsenico delle acque sotterranee sono pertanto disponibili per 11 regioni e 2 province autonome (Bolzano e Trento), per un totale di 1502 stazioni di monitoraggio (Tabella 1). Le stazioni considerate sono tutte quelle in cui l'arsenico risulta attribuibile ad una origine naturale, ovvero non sono state conteggiate le stazioni che risultano caratterizzate da situazioni di contaminazione antropica.

La variabilità della consistenza delle reti di monitoraggio per unità territoriale dipende principalmente dalla struttura della rete, dalla complessità idrogeologica e dall'estensione territoriale. Le classi di concentrazione sono state scelte tenendo conto del limite di normativa, pari a 10 µg/L, e del valore minimo, pari a 1 µg/L, che in genere coincide con il limite di quantificazione della metodica analitica di determinazione dell'arsenico nelle acque sotterranee.

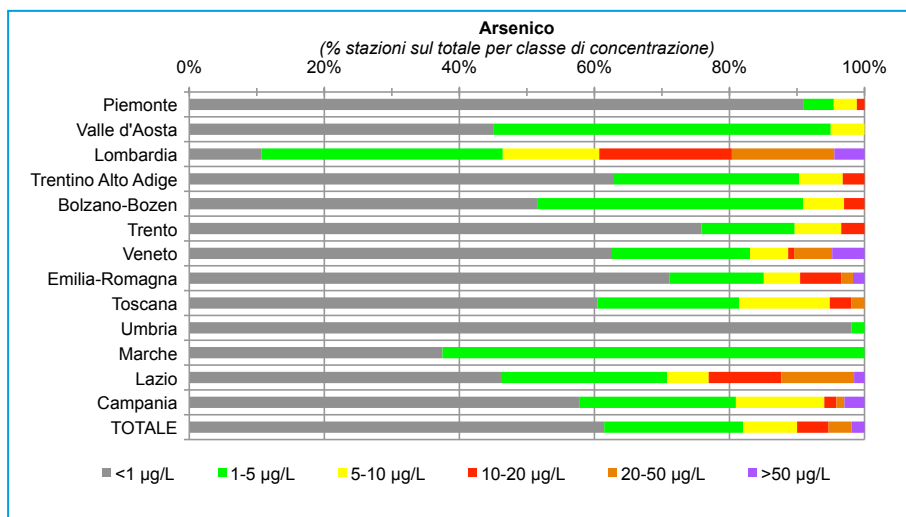
In totale risulta che il 61.5% delle stazioni di monitoraggio ha una concentrazione di arsenico inferiore al limite di quantificazione e complessivamente il 90.1% delle stazioni risulta avere concentrazioni inferiori al limite di legge. Del 9.9% delle stazioni, che hanno una concentrazione di arsenico superiore a 10 µg/L, solo 1.9% risulta avere concentrazioni superiori a 50 µg/L.

In figura 2 è possibile osservare l'incidenza delle diverse classi di concentrazione per le singole realtà territoriali. Si evince quanto già illustrato precedentemente, ovvero che la presenza di concentrazioni di arsenico oltre il limite di legge e di origine naturale è legata prevalentemente alla presenza di formazioni geologiche di tipo vulcanico nel centro-sud Italia e di tipo sedimentario nelle pianure alluvionali del nord Italia. Emergono infatti superamenti di concentrazione di arsenico rispetto al limite normativo, in percentuali significative di stazioni rispetto al totale, per Lombardia (39.3%), Lazio (23.1%), Veneto (11.3%) ed Emilia-Romagna (9.5%). Stazioni con concentrazioni superiori alla concentrazione di 50 µg/L si riscontrano nelle regioni Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Lazio e Campania. Al contrario, le regioni Valle d'Aosta, Umbria e Marche non evidenziano stazioni con concentrazioni superiori al limite normativo.

Tabella 1
Numero di stazioni di monitoraggio per classi di concentrazione di arsenico per Regione desunto dal monitoraggio ambientale delle acque sotterranee nel periodo 2008-2009

| Regione | Numero di stazioni di monitoraggio per classe di concentrazione di Arsenico | | | | | | TOTALE |
|----------------------|---|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | <1 µg/L | 1-5 µg/L | 5-10 µg/L | 10-20 µg/L | 20-50 µg/L | >50 µg/L | |
| Piemonte | 80 | 4 | 3 | 1 | | | 88 |
| Valle d'Aosta | 18 | 20 | 2 | | | | 40 |
| Lombardia | 12 | 40 | 16 | 22 | 17 | 5 | 112 |
| Trentino Alto Adige | 39 | 17 | 4 | 2 | | | 62 |
| <i>Bolzano-Bozen</i> | 17 | 13 | 2 | 1 | | | 33 |
| <i>Trento</i> | 22 | 4 | 2 | 1 | | | 29 |
| Veneto | 144 | 47 | 13 | 2 | 13 | 11 | 230 |
| Emilia-Romagna | 291 | 57 | 22 | 25 | 7 | 7 | 409 |
| Toscana | 153 | 53 | 34 | 8 | 5 | | 253 |
| Umbria | 50 | 1 | | | | | 51 |
| Marche | 9 | 15 | | | | | 24 |
| Lazio | 30 | 16 | 4 | 7 | 7 | 1 | 65 |
| Campania | 97 | 39 | 22 | 3 | 2 | 5 | 168 |
| TOTALE | 923 | 309 | 120 | 70 | 51 | 29 | 1502 |
| % | 61.5 | 20.6 | 8.0 | 4.6 | 3.4 | 1.9 | |

Figura 2 - Distribuzione percentuale delle stazioni di monitoraggio per classi di concentrazione di arsenico per Regione desunta dal monitoraggio ambientale delle acque sotterranee nel periodo 2008-2009



La determinazione dei valori di fondo naturale sia per l'arsenico che le eventuali altre specie chimiche presenti negli acquiferi, oltre che essere previsto dalla normativa europea e nazionale (Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE; D. Lgs. 30/2009), assume grande importanza al fine di migliorare la conoscenza della qualità delle acque sotterranee e quindi classificare correttamente lo stato ambientale delle acque di scarsa qualità ma determinate da cause naturali (European Commission, 2009). Ciò permette di gestire meglio le risorse idriche sotterranee che risultano essere strategiche per fronteggiare il potenziale incremento dell'uso della risorsa anche a fronte degli impatti ipotizzati dagli scenari di cambiamento climatico.

Su questo tema diverse regioni hanno già avviato studi finalizzati alla definizione dei valori di fondo naturale dell'arsenico e di altre specie chimiche, come ad esempio Emilia-Romagna (Molinari et al., 2012), Toscana, Piemonte, Lazio e Veneto.

In queste ricerche risulta importante, in funzione del complesso idrogeologico, determinare la variabilità nel tempo delle concentrazioni di arsenico nell'acqua al variare dei parametri chimico-fisici, tramite un monitoraggio ad alta frequenza. Si precisa a tal proposito che, date le caratteristiche geochemiche dell'arsenico, non è sufficiente caratterizzare il contenuto e la variabilità dell'elemento nella sola matrice acqua, ma occorre determinare la concentrazione dell'elemento nella matrice solida, sia quella inorganica che in quella organica se presente. Quest'ultima può determinare un effetto naturale di amplificazione del processo di mobilizzazione dell'arsenico dalla matrice solida all'acqua, come è stato dimostrato recentemente in Emilia-Romagna attraverso sperimentazioni di laboratorio, imputabile all'attività microbiologica e ai processi di degradazione della sostanza organica stessi in condizioni riducenti che porta ad un ampliamento localizzato del range di variabilità annuale del potenziale redox (Molinari et. al. 2013).

Con il recepimento della Direttiva Europea 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano (D. Lgs. 31/2001), l'Italia si è trovata fuori norma in molti comuni per il limite previsto alla presenza dell'arsenico nelle acque potabili, che da 50 µg/L passava a 10 µg/L da rispettare entro il 25 dicembre 2003.

I comuni che si sono trovati con acque che superavano il limite per la presenza di arsenico, erano inizialmente 136 (Tabella 2), per un totale di cittadini coinvolti per il solo arsenico di circa un milione.

Tabella 2 - Province e numero dei Comuni con acqua distribuita che supera il parametro di legge (10µg/L) per l'arsenico

| | |
|---------------------|---------|
| Lazio | LT (9) |
| | RM (22) |
| | VT (60) |
| Lombardia | BS (2) |
| | PV (2) |
| | LC (2) |
| | MN (3) |
| | SO (2) |
| | VA (3) |
| Toscana | AR (2) |
| | GR (2) |
| | LI (11) |
| | PI (2) |
| | SI (1) |
| Trentino Alto Adige | TN (4) |
| | BZ (6) |
| Umbria | TR (3) |
| Totale comuni | 136 |

La situazione nazionale presenta un quadro abbastanza eterogeneo nelle concentrazioni ritrovate nelle acque distribuite (tra 10 e 20 µg/L, 20-50 µg/L e oltre 50µg/L) e situazioni ampiamente diffuse sul territorio regionale (come tutti i comuni del Viterbese) oppure molto localizzate. La normativa, proprio per questi casi di presenza naturale di inquinanti, in particolare all'articolo 13 del D. Lgs. 31/2001, prevede la possibilità di stabilire deroghe ai valori dei parametri "fissati (...) entro i valori massimi ammissibili stabiliti dal Ministero della sanità con decreto da adottare di concerto con il Ministero dell'ambiente, purché nessuna deroga presenti potenziale pericolo per la salute umana e sempre che l'approvvigionamento di acque destinate al consumo umano conformi ai valori di parametro non possa essere assicurato con nessun altro mezzo congruo". Il decreto pone un limite massimo di 3 anni alle deroghe, che devono essere concesse dal Ministero della Sanità su richiesta delle regioni o delle province autonome, periodo che può essere rinnovato per altri tre anni sempre dal Ministero.

Un terzo e ultimo periodo di deroga, sempre per un massimo di tre anni, può essere richiesto direttamente alla Commissione Europea cui spetta la decisione sulla concessione o meno.

Le deroghe dovrebbero essere considerate come uno strumento da adottare in casi eccezionali e particolarmente critici da affrontare, per concedere più tempo alle autorità competenti di realizzare tutti gli interventi necessari per diminuire i valori oltre i limiti di legge e garantire acqua di qualità a tutti i cittadini. Inoltre, una volta adottate, devono essere gestite con grande attenzione e trasparenza da parte delle amministrazioni competenti e delle società che gestiscono il servizio idrico, per garantire ai cittadini le informazioni corrette sui rischi per la salute soprattutto per le categorie più sensibili, come i neonati e i bambini sotto i tre anni, e per questi assicurare una fornitura di acqua che rispetti i limiti fissati dalla direttiva.

Le prime due deroghe al parametro arsenico concesse all'Italia avevano validità fino al 31/12/2009. Il 28 ottobre 2010 la Commissione Europea si è espressa sulla proroga richiesta dall'Italia ai sensi della direttiva 98/83/CE non concedendo ulteriore deroga al parametro arsenico.

Dopo ulteriori valutazioni, soprattutto su studi dell'Organizzazione Mondiale della Sanità che stabilisce senza rischi l'assunzione non continuativa di acqua con valori fino a 20 µg/L di arsenico, è stata concessa ulteriore deroga fino al 31 dicembre 2012 solo ai comuni con acque che rientravano in questo valore.

La bocciatura parziale alla deroga della Commissione Europea è comunque servita a far migliorare la situazione: molti comuni, messi alle strette e con acque oramai dichiarate non potabili hanno iniziato a far entrare in funzione i dearsenificatori allacciati alle reti acquedottistiche.

Questo significa che la questione della non conformità dei valori dei parametri di qualità dell'acqua potabile può essere affrontata e risolta con i giusti investimenti e interventi, senza ulteriori ritardi.

La situazione dunque, sebbene continui a presentare alcune criticità ad anni di distanza dall'entrata in vigore della nuova normativa sulle acque destinate al consumo umano, sta progressivamente rientrando nei parametri di norma.

BIBLIOGRAFIA

Arpa Emilia-Romagna (2005). Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane, nuovi strumenti di valutazione delle dinamiche di mobilizzazione. Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia-Romagna; 2005. 228 pp. ISBN 88-87854-17-3.

Baiocchi A, Lotti F, Piscopo V. (2011). Influence of hydrogeological setting on the arsenic occurrence in groundwater of the volcanic areas of central and southern Italy. *AQUA mundi* 2011;131-142.

Baroni F, Boscagli A, Di Lella LA, Protano G, Riccobono F. (2004). Arsenic in soil and vegetation of contaminated areas in southern Tuscany (Italy). *Journal of Geochemical Exploration* 2004;81:1-14.

Berg M, Stengel C, Trang PTK, Hung Viet P, Sampson ML, Leng M, et al. (2007). Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red River Deltass Cambodia and Vietnam. *Sci. Total Environ* 2007;372 (2-3):413-425.

Daniele L. (2004). Distribution of arsenic and other minor trace elements in the groundwater of Ischia Island (southern Italy). *Environmental Geology* 2004;46:96-103.

Decreto Legislativo n. 30 del 16 marzo 2009. Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2009.

Decreto Legislativo n. 31 del 2 febbraio 2001. Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 52 del 3 marzo 2001. Supplemento Ordinario n. 41.

Directive 2000/60/EC - Water Framework Directive (WFD). Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, OJ L327, 22 Dec 2000, pp 1-73.

Directive 2006/118/EC, GroundWater Daughter Directive (GWDD). Directive of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration, OJ L372, 27 Dec 2006, pp 19-31.

Directive 98/83/EC. Directive of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. OJ L330, 5 Dec 1998, pp 32-54.

Du Laing G, Rinklebe J, Vandecasteele B, Tack FMG. (2009). Trace metal behavior in estuarine and riverine floodplain soils and sediments: a review. *Sci. Total Environ* 2009;407:3972-3985.

European Commission (2009). Guidance on groundwater status and trend assessment, guidance document no 18. Technical Report 2009, European Communities, Luxembourg, ISBN 978-92-79-11374-1.

- Frau F, Biddau R, Fanfani L. (2008). Effect of major anions on arsenate desorption from ferrihydrite-bearing natural samples. *Applied Geochemistry* 2008;23:1451-1466.
- Harvey CF, Swartz CH, Badruzzaman AB, Keon-Blute N, Yu W, Ali MA, et al. (2002). Arsenic Mobility and Groundwater Extraction in Bangladesh. *Science* 2002;298:1602-1606.
- Ispra (2010). *Annuario dei Dati Ambientali Edizione 2010*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, 23/2011, ISBN: 978-88-448-04843-1. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/annuario-dei-dati-ambientali-2010>
- Molinari A, Guadagnini L, Marcaccio M, Guadagnini A (2012) Natural background levels and threshold values of chemical species in three large-scale groundwater bodies in Northern Italy. *Sci Total Environ* 425:9-19. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.03.015.
- Molinari A, Guadagnini L, Marcaccio M, Straface S, Sanchez-Vila X, Guadagnini A (2013) Arsenic release from deep natural solid matrices under experimentally controlled redox conditions. *Sci Total Environ* 444:231-240. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.11.093
- NAS (1977). *Medical and biologic effects of environmental pollutants: Arsenic*. Washington DC, National Academy of Sciences. Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants. National Research Council, 340 pp.
- Postma D, Larsen F, Minh Hue NT, Duc MT, Viet PH, Nhan PG, et al. (2007). Arsenic in groundwater of the Red River fls. Arsen, Vietnam: Controlling geochemical processes and reactive transport modeling. *Geochim. Cosmochim. Acta* 2007;71 (21):5054-5071.
- Preziosi E, Giuliano G, Vivona R. (2010). Natural background level and threshold values derivation for naturally As, V and F rich groundwater bodies: a methodological case study in Central Italy. *Environ Earth Sci* 2010;61:885-897. doi:10.1007/S12665-009-0404-y.
- Smedley PL and Kinniburgh DG. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Appl. Geochem* 2002;17:517-568.
- Ungaro F, Ragazzi F, Cappellin R, Giandon P. (2008). Arsenic concentration in the soils of the Brenta Plain (northern Italy): Mapping the probability of exceeding contamination thresholds. *Journal of Geochemical Exploration* 2008;96:17-131.
- WHO (1993). *Guidelines for drinking-water quality. Volume 1: Recommendations*. 2nd ed. Geneva: WHO, 1993.

FIORITURE DI CIANOBATTERI NELLE ACQUE DOLCI DESTINATE AL CONSUMO UMANO

S. BERNABEI¹, F. DE GIACOMETTI¹, T. FORTE¹

ISPRA, Dipartimento tutela delle acque interne e marine

ABSTRACT

I bacini di acqua dolce utilizzati come riserva di acqua potabile sono sempre più spesso interessati da fioriture algali che possono comprendere specie potenzialmente tossiche.

Le fioriture di cianobatteri nelle acque dolci destinate al consumo umano stanno diventando un problema crescente in tutto il mondo, anche a causa della condizione di riscaldamento globale che aiuta la concentrazione dei nutrienti negli invasi sfruttati e non ricaricati dalle diminuite precipitazioni.

Parole chiave: Cianofitee, bloom, eutrofizzazione, acque potabili

1. INTRODUZIONE

“.....La paleolimnologia, attraverso l'analisi dei sedimenti, indica che già in passato l'uomo aveva consapevolezza della esistenza di fioriture di cianofitee e ne conosceva gli effetti. Una rilettura delle 10 calamità bibliche che colpirono il popolo del faraone, può far ritenere che almeno 6 di esse (l'acqua mutata in sangue, le rane, le zanzare, i tafani, la mortalità del bestiame, le ulcere) possono ascrivere direttamente o indirettamente al verificarsi di un anomalo “bloom”. Prima della costruzione della diga di Assuan, durante la piena annuale del Nilo le acque del fiume nel Basso Egitto, divenivano dapprima verdi e poi rosse; oltre al limo trasportato ciò era imputabile a fioriture di cianofitee.

La bibbia riferisce che quando l'acqua “si mutò in sangue” i pesci morirono, confermando l'idea che le grandi biomasse algali avessero generato anossie e sviluppo di metaboliti odorosi, che imprimevano all'acqua un appesante odore. Infatti, «... gli Egiziani scavarono nei pressi del Nilo per cercare acqua da bere, perché non potevano bere l'acqua del fiume.....» (Esodo 7,24)....” (Volterra, 1995)

I bacini d'acqua dolce rappresentano una delle risorse più importanti per la vita dell'uomo, non solo per tutte le attività che vi ruotano intorno ma anche perché sono fonti idriche di riserva utilizzabili direttamente.

Per il costante aumento del processo di industrializzazione e per l'incremento delle attività agricole questi bacini sono andati generalmente incontro ad un processo di “eutrofizzazione”, ovvero un aumento di sostanze inorganiche caratterizzate da azoto e fosforo sotto forma di nitrati, nitriti, ammonio e fosfati inorganici. Questa eccessiva “fertilizzazione” ha portato negli anni all'aumento della presenza di organismi come le alghe, che quando si moltiplicano oltre certi livelli danno luogo al fenomeno definito fioritura (o “bloom”) algale. Nei bacini idrici maggiormente eutrofizzati dove l'ambiente acquatico è più degradato, prendono spesso il sopravvento specie “frontiera”, capaci di produrre sostanze altamente tossiche.

2. LA PRESENZA DEI CIANOBATTERI NELLE ACQUE SUPERFICIALI

La presenza di cianobatteri, o alghe verde-azzurre, nelle acque dolci rappresenta un problema sanitario rilevante a causa della loro capacità di produrre sostanze tossiche (cianotossine) alle

quali l'uomo può essere esposto attraverso varie vie. Le fioriture di specie come *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix rubescens*, *Anabaena flosaquae* e altri Cianobatteri, produttori di microcistine, sono segnalate da decenni in tutto il mondo con frequenze alte in Stati come gli USA, l'Australia, il Giappone e il Sud Africa.

In Italia ormai riguardano ogni anno molti laghi ed invasi artificiali e le tossine più frequentemente riscontrate, le microcistine, sono a tutti gli effetti nuove sostanze di rischio oncogeno da seguire nel loro "destino" ambientale e in tutti i passaggi della catena alimentare.

Sebbene la presenza dei cianobatteri nelle acque superficiali abbia origine naturale, la crescente eutrofizzazione ha favorito la loro crescita anche a livelli elevati, con la conseguente formazione di fioriture visibili anche ad occhio nudo.

In particolare lo sviluppo dei cianobatteri risulta legato a determinate condizioni climatiche (temperatura compresa tra i 10 ed i 30 °C, assenza di vento, basse pressioni, assenza di turbolenza delle acque), e a particolari caratteristiche idrogeochimiche del bacino (come il rimescolamento verticale ciclico delle acque, tipico dei laghi temperati (monomittici e dimittici) a cui segue un rimescolamento delle sostanze nutritive lungo la colonna d'acqua).

La *Planktothrix* sp. rappresenta un'eccezione: la sua temperatura ottimale di crescita è, infatti, più bassa rispetto agli altri cianobatteri, con fioriture prevalentemente nei periodi autunno-invernali.

La problematica dei cianobatteri nei suoi diversi aspetti è all'attenzione della comunità scientifica internazionale, in particolare in relazione agli aspetti ecologici, metodologici e sanitari. Un certo ritardo è invece individuabile nel settore della valutazione del rischio, che inevitabilmente si riflette nella carenza di normative adeguate a tutela della salute delle popolazioni.

Negli anni recenti, tuttavia, sono state avviate importanti iniziative per colmare questo ritardo da parte delle organizzazioni internazionali come l'Organizzazione Mondiale della Sanità e l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (WHO, 2003, 2004; IARC, 2006).

3. IMPLICAZIONI SANITARIE

I cianobatteri possono produrre biotossine aventi effetti importanti sulla salute umana e sugli animali. Gli effetti delle diverse tossine prodotte dai diversi cianobatteri sulle persone e gli animali possono così essere riassunti:

- epatotossicosi acuta per ingestione diretta,
- polmoniti allergiche ed epatotossicosi se respirate, nel corso di attività ricreative e sportive in sistemi idrici contaminati da alghe in fase di fioritura,
- promozione di tumori, se ingerite in dosi sub-acute per diverso tempo (tumori epatici, gastrointestinali, epiteliali).

Le persone possono essere esposte alle tossine attraverso l'ingestione di acqua potabile contaminata, tramite la balneazione, l'inalazione di aerosol durante attività ricreative in prossimità delle aree di fioritura dell'alga, con l'assunzione di alimenti trattati e realizzati con acque contaminate, durante i trattamenti di emodialisi. La fauna ittica che vive nel bacino e negli invasi contaminati è anch'essa esposta alle tossine così come gli animali che vivono in allevamenti, nel caso vengano abbeverati con acque contaminate dalle microcistine, e le specie vegetali irrigate con le stesse. La flora e la fauna contaminata da queste microcistine possono divenire ulteriori vettori di esposizione per le persone in quanto entrano a far parte della catena alimentare.

I dati scientifici disponibili mostrano che l'esposizione ad elevati livelli di alcune cianotossine e/o altri prodotti dei cianobatteri è in grado di causare effetti anche molto gravi alla salute delle persone esposte (es. emodialisi, acque potabili, balneazione, supplementi alimentari). Tuttavia, nel loro insieme, i dati sull'uomo sono molto carenti, certamente non sufficienti per una valutazione esauriente del rischio associato all'esposizione, in particolare cronica, alle cianotossine.

4. CIANOFICEE E ACQUE POTABILI

Nei casi in cui le acque interessate da fioriture di cianobatteri siano utilizzate a scopo potabile, può configurarsi un rischio da esposizione cronica alle cianotossine. Tuttavia i trattamenti di pota-

bilizzazione ai quali sono sottoposte le acque superficiali prima della loro distribuzione dovrebbero essere condotti in modo da ottenere una forte riduzione dei livelli delle cellule dei cianobatteri e delle cianotossine disciolte. I trattamenti di potabilizzazione sono oggi in grado di rimuovere >99% delle cellule e delle cianotossine disciolte nelle acque grezze, ma dovrebbero comunque essere calibrati sulla base delle conoscenze sul corpo idrico e in relazione al contenuto delle cianotossine totali e di quelle disciolte in acqua.

Il D. Lgs. 31/2001 in attuazione della direttiva 98/83/CE, relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano, include le alghe tra i parametri accessori. Tale inclusione comporta che le autorità competenti, quando ritengono che possa esservi un potenziale pericolo per la salute umana, dovrebbero avviare le indagini più appropriate per prevenire esposizioni pericolose per la popolazione. Si sta procedendo alla revisione del Decreto sulle acque potabili con l'introduzione di un limite tabellare per le microcistine. In Italia si sono verificati in questi ultimi anni diversi casi di fioriture algali in bacini/invasi utilizzati a scopo potabile, come l'invaso di Occhitto che serve la provincia di Foggia, il lago di Vico nel Viterbese, la maggior parte degli invasi artificiali della Sardegna. La situazione a livello nazionale viene riassunta nella Tabella 1.

Tabella 1 - Segnalazioni di cianobatteri in Italia

| | | | |
|----------------|--|-----------|---|
| BASILICATA | <i>P. rubescens</i> | PUGLIA | <i>P. rubescens</i> |
| EMILIA ROMAGNA | <i>C. raciborskii</i> | TOSCANA | <i>M. aeruginosa</i> |
| LAZIO | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. agardhii</i> <i>A. lemmermannii</i> <i>C. raciborskii</i> <i>Ap. Ovalisporum</i> <i>A. affinis</i> <i>P. rubescens</i> | LOMBARDIA | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. agardhii</i> <i>P. rubescens</i> <i>A. flos-aquae</i> <i>A. lemmermannii</i> <i>Ap. flos-aquae</i> |
| MARCHE | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. agardhii</i> <i>P. rubescens</i> | UMBRIA | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. agardhii</i> <i>C. raciborskii</i> |
| VENETO | <i>P. agardhii</i> <i>P. rubescens</i> <i>A. lemmermannii</i> | MOLISE | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. rubescens</i> |
| PIEMONTE | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. rubescens</i> <i>Anabaena spp.</i> <i>A. lemmermannii</i> <i>Ap. flos-aquae</i> | TRENTINO | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. agardhii</i> <i>P. rubescens</i> <i>A. flos.aquae</i> <i>Ap. flos.aquae</i> |
| SARDEGNA | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. rubescens</i> <i>A. flos-aquae</i> <i>A. planctonica</i> <i>C. raciborskii</i> <i>Ap. flos-aquae</i> <i>C. raciborskii</i> <i>O. rubescens</i> | SICILIA | <i>M. aeruginosa</i> <i>P. agardhii</i> <i>P. rubescens</i> <i>A. planctonica</i> <i>A. solitaria f. planctonica</i> , <i>A. solitaria f. smithii</i> , <i>A. spiroides f. crassa</i> <i>A. elenkinii f. circularis</i> <i>M. wesenbergii</i> |

BIBLIOGRAFIA

Funari E, Testai E. Cianobatteri nelle acque superficiali: valutazione del rischio sanitario associato alla esposizione alle cianotossine *Notiziario Istituto Superiore di Sanità* 2007;20:11-7.

IARC. Cyanobacterial peptide toxins. In: *Ingested nitrates and nitrites, and cyanobacterial peptide toxins*. Vol. 94. International Agency for Research on Cancer; 2006. Disponibile all'indirizzo: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Meetings/94-cyanobacterial.pdf> 2006; ultima consultazione 30/12/2007.

Rapporti ISTISAN 05/29 Mattei D, Melchiorre S, Messineo V, Bruno M (Ed.). Diffusione delle fioriture tossiche nelle acque italiane: gestione del rischio ed evidenze epidemiologiche

Rapporti ISTISAN 08/6 Cianobatteri potenzialmente tossici: aspetti ecologici, metodologici e valutazione del rischio. A cura di Enzo Funari, Simona Scardala ed Emanuela Testai. 2008, 92 p.

Volterra L., 1995. *Fioriture algali nella storia e nella tradizione*. Ambiente Risorse Salute, 9 (41): 14-17.

WHO, 2003. *Guidelines for safe recreational water environment*. Volume1. Coastal and fresh waters. Geneva: World Health Organization

WHO; 2004. *Guidelines for drinking-water quality*. 3rd Edition, Volume 1. Recommendations. Geneva: World Health Organization

LA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI DESTINATE ALLA PRODUZIONE DI ACQUA POTABILE DISTRIBUITA A PALERMO

A. ABITA¹, P. AIELLO¹, V.M. BUSCAGLIA¹, A. GRANATA¹

¹ARPA Sicilia

ABSTRACT

ARPA Sicilia effettua il monitoraggio delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, ai sensi dell'Allegato 2 della Parte III del D.Lgs. 152/06. Dai dati del monitoraggio 2011 si rileva che molte delle acque superficiali, distribuite, una volta potabilizzate, nella rete idropotabile della città di Palermo, non sono conformi ai valori previsti per la relativa classificazione (A2 o A3). Dalla categoria di classificazione dipende il tipo di trattamento a cui le acque devono essere sottoposte (A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione; A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione). Le acque che presentano caratteristiche inferiori alla categoria A3 possono essere utilizzate, in via eccezionale, solo qualora non sia possibile ricorrere ad altre fonti di approvvigionamento. E' evidente quindi l'importanza sanitaria di questo monitoraggio, visto che nell'ATO di Palermo le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile costituiscono il 37% sul totale delle risorse in esercizio (Piano Regolatore Generale degli Acquedotti - 2010).

Da un punto di vista più strettamente ambientale sono stati confrontati negli invasi analizzati gli apporti di P, stimati nel Piano di Gestione delle Acque, con le concentrazioni di fosforo naturale, ricavate dagli indici morfoedafici (MEI). Negli invasi sottoposti ad eutrofizzazione culturale, infatti, gli apporti di origine antropica determinano un più elevato incremento della concentrazione di sostanze nutrienti e, di conseguenza, della produttività generale, senza peraltro determinare sostanziali alterazioni dei parametri usualmente utilizzati per il calcolo del MEI (solidi disciolti totali, conducibilità, alcalinità). Ne consegue che i valori di MEI possono essere correlati con la produttività solo nei laghi non contaminati, mentre per i laghi nei quali esiste un sensibile carico di nutrienti di origine antropica, le valutazioni basate sul MEI comportano una sottostima dei livelli trofici attuali, ma consentono una buona stima del livello trofico naturale e cioè del livello trofico proprio del lago in funzione della sua struttura morfometrica e dei fattori edafici dipendenti dalle caratteristiche del bacino di drenaggio, in assenza di attività antropiche. Utilizzando quindi il modello di Vollenweider è stato possibile valutare il carico di fosforo naturale. I valori di carico calcolati sulla base della concentrazione del fosforo naturale sono stati confrontati con i carichi stimati. Sono stati quindi ricavati i rapporti tra l'apporto stimato di carico di fosforo e l'apporto di fosforo naturale. Il confronto del carico di fosforo naturale rispetto a quello stimato costituisce un ulteriore indice della qualità delle acque degli invasi esaminati. Tutti gli invasi hanno presentato un rapporto tra l'apporto stimato di carico di fosforo e l'apporto di fosforo naturale compreso tra 5 e 14, rivelando quindi un notevole impatto antropico nelle acque come carico di fosforo. La relazione del carico stimato di fosforo con il carico idraulico restituisce uno stato di eutrofizzazione in tutte le acque degli invasi, tranne che nelle acque dello Scanzano, che risultano in uno stato mesotrofico.

Sono stati quindi valutati i risultati ai sensi dell'art. 80 del D.Lgs. 152/06 con lo stato di eutrofizzazione individuato.

1. INTRODUZIONE

ARPA Sicilia effettua il monitoraggio delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, ai sensi dell'Allegato 2 della Parte III del D.Lgs. 152/06.

Figura 1 - Invaso Garcia



Nella tabella 1 sono riportate le fonti superficiali della provincia di Palermo, previste nel Piano di Gestione delle Acque del distretto idrografico della Sicilia (PdG), con la relativa classificazione ove definita. Dalla categoria di classificazione dipende il tipo di trattamento a cui le acque devono essere sottoposte (A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione; A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione). Le acque che presentano caratteristiche inferiori alla categoria A3 possono essere utilizzate, in via eccezionale, solo qualora non sia possibile ricorrere ad altre fonti di approvvigionamento.

Tabella 1

| | Fonti Superficiali | Opera di Presa (Località) | Provincia | Classificazione | Potabilizzatore |
|---|---------------------------|----------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Invaso Poma | Partitico | PA | A2 | Cicala |
| 2 | Fiume Jato | Madonna del Ponte (Partitico) | PA | A2 | Cicala |
| 3 | Invaso Scanzano | Madonna delle Grazie (Marineo) | PA | A2 | Risalaimi |
| 4 | Fiume Eleuterio | Preso Conti (Marineo) | PA | A3 | Risalaimi |
| 5 | | Monte Tesoro (Marineo) | | A3 | |

continua

segue Tabella 1

| | Fonti Superficiali | Opera di Presa (Località) | Provincia | Classificazione | Potabilizzatore |
|----|-----------------------------|---|-----------|---------------------------|--------------------------|
| 6 | Invaso Piana degli Albanesi | Piana degli Albanesi | PA | A2 | Risalaimi, Gabriele |
| 7 | Invaso Rosamarina | Caccamo | PA | A2 | Risalaimi, Imera |
| 8 | Fiume Imera Settentrionale | Fondachello S. Giovanniello (Caltavuturo) | PA | A2 | Imera |
| 9 | Fiume Oreto | Santa Caterina (Palermo) | PA | A3 | Gabriele |
| 10 | Fiume Imera Meridionale | S.Andrea (Petraia Sottana) | PA | A2 | Blufi |
| 11 | Invaso Garcia | Roccamena | PA | A2 | Sambuca |
| 12 | Serbatoio Malvello | Roccamena | PA | A2 | Sambuca |
| 13 | Invaso Prizzi | Prizzi | PA | In via di classificazione | Corleone |
| 14 | Invaso Leone | Castronovo di Sicilia | PA | In via di classificazione | S. Stefano di Quisquinia |
| 15 | Invaso Fanaco | Castronovo di Sicilia | PA | A2 | Piano Amata |

Nel 2011 ARPA Sicilia ha monitorato l'80% degli invasi riportati in tabella 1. Dai dati analitici si rileva che molte delle acque superficiali, distribuite dopo potabilizzazione nella rete idropotabile della città di Palermo, non sono conformi ai valori previsti per la relativa classificazione (A2 o A3). E' evidente quindi l'importanza sanitaria di questo monitoraggio, visto che nell'ATO di Palermo le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile costituiscono il 37% sul totale delle risorse in esercizio (Piano Regolatore Generale degli Acquedotti - 2010).

Nella tabella 2 sono riassunti il numero di campionamenti effettuati nel 2011 e la percentuale dei superamenti dei valori guida (VG) e dei valori imperativi (VI) previsti nella Tabella 1/A dell'allegato 2 del D.Lgs. 152/06, indicando in parentesi i parametri che hanno rilevato i superamenti.

Si evidenzia che, sebbene la norma preveda 12 campionamenti l'anno solo per le acque da classificare e per i parametri del gruppo 1 delle acque classificate A3, sono stati effettuati 12 prelievi per tutte le acque tranne che per l'invaso Fanaco.

Relativamente ai parametri rilevati, non tutti quelli della tabella 1/A sono stati determinati, tra i quali i parametri che non prevedono né un VG né un VI.

La tabella 2 inoltre riporta una valutazione della conformità delle acque rispetto alla categoria di classificazione, secondo quanto riportato al punto 1 della Sezione A dell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06 che prevede che i valori determinati nel 95% dei campioni debbano essere conformi ai VI e nel 90% dei campioni ai VG che non indicano un VI. Da ciò ne consegue che 8 delle 11 acque classificate e monitorate (73%) non sono conformi ai valori previsti. Solo le acque degli invasi di Piana degli Albanesi, del Fanaco e del fiume Imera Meridionale sono conformi alla rispettiva classificazione.

Infine si rileva che i dati delle acque in via di classificazione dell'invaso Prizzi presentano superamenti dei VG e dei VI.

Tabella 2

| Fondi Superficiali | Opera di Presa (Località) | Classificazione | Numero Campionamenti | % Parametri determinati rispetto tab 1/A D.Lgs. 152/06 | % superamenti VG | % superamenti VI | Conformità (all. 2 D.Lgs. 152/06) |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|--|---|--|-----------------------------------|
| Invaso Poma | Partinico | A2 | 12 | 37/46 | 50% (%O ₂) - 8% (Cd) 9%(T _{acqua}) - 67% (Conducibilità) - 8% (B) - 8% (Cd) - 9% (SO ₄) | 0 | NO |
| Fiume Jato | Madonna del Ponte (Partinico) | A2 | 12 | 37/46 | 83% (N _{totale}) - 25% (coliformi totali) - 8% (coliformi fecali) - 75% (streptococchi fecali) - 30% (salmonella) | 0 | NO |
| Invaso Scanzano | Madonna delle Grazie (Marineo) | A2 | 12 | 37/46 | 25% (T _{acqua}) - 17% (%O ₂) - 25% (Mn) - 17% (coliformi totali) - 8% (coliformi fecali) - 17% (streptococchi fecali) - 30% (salmonella) | 0 | NO |
| Fiume Eleuterio | Presa Conti (Marineo) | A3 | 12 | 37/46 | 9% (T _{acqua}) - 18% (%O ₂) - 8% (Cd) - 75% (P ₂ O ₅) - 100% (COD) - 100% (N _{totale}) - 17% (NH ₃) - 100% (coliformi totali) - 100% (coliformi fecali) - 100% (coliformi fecali) - 100% (streptococchi fecali) - 82% (salmonella) | 75% (NH ₃) | NO |
| Invaso Piana degli Albanesi | Piana degli Albanesi | A2 | 12 | 37/46 | 33% (T _{acqua}) - 8% (%O ₂) - 8% (Cd) | 0 | SI |
| Invaso Rosamarina | Caccamo | A2 | 12 | 37/46 | 18% (T _{acqua}) - 9% (%O ₂) - 33% (Conducibilità) - 8% (coliformi totali) - 8% (streptococchi fecali) | 9% (T _{acqua}) - 100% (SO ₄) | NO |

continua

segue Tabella 2

| Fonti Superficiali | Opera di Presa (Località) | Classificazione | Numero Campionamenti | % Parametri determinati rispetto tab 1/A D.Lgs. 152/06 | % superamenti VG | % superamenti VI | Conformità (all. 2 D.Lgs. 152/06) |
|----------------------------|---|---------------------------|----------------------|--|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Fiume Imera Settentrionale | Fondachello S. Giovanniello (Caltavuturo) | A2 | 12 | 37/46 | 9% (T _{scop}) - 8% (Cu) - 58% (SO ₄) - 42% (coliformi totali) - 50% (coliformi fecali) - 75% (streptococchi fecali) - 45% (salmonella) | 8% (SO ₄) | NO |
| Fiume Imera Meridionale | S.Andrea (Petraia Sottana) | A2 | 12 | 37/46 | 9% (%O ₂) - 8% (streptococchi fecali) - 9% (salmonella) | 0 | SI |
| Invaso Garcia | Roccamena | A2 | 12 | 37/46 | 17% (T _{scop}) - 8% (B) - 10% (streptococchi fecali) | 17% (T _{scop}) | NO |
| Serbatoio Malvello | Roccamena | A2 | 12 | 37/46 | 83% (T _{scop}) - 100% (%O ₂) - 100% (F) - 8% (B) | 0 | NO |
| Invaso Prizzi | Prizzi | In via di classificazione | 12 | 36/46 | 8% (B) - A1: 8% (Cu) - 8% (N _{totali}) - 8% (coliformi totali) - 50% (coliformi fecali) - 67% (streptococchi fecali) - A2: 8% (Mn) - 8% (streptococchi fecali) | 25% (T _{scop}) - A1 8% (B) | |
| Invaso Fanaco | Castronovo di Sicilia | A2 | 4 | 33/46 | 0 | 0 | SI |

In rosso i parametri non conformi

Visto che a causa delle esigue risorse umane di ARPA Sicilia non è stato possibile attuare il monitoraggio di sorveglianza e/o operativo, previsto ai sensi del DM260/2010, in nessuno dei corpi idrici riportati nella tabella 2 e monitorati invece ai sensi dell'art. 80 del D.Lgs. 152/06, è stato effettuato uno studio, sulla base dei dati disponibili in letteratura, atto a valutare lo stato di eutrofizzazione degli invasi destinati alla produzione di acqua potabile, al fine di completare il quadro conoscitivo in atto disponibile sulle acque degli invasi destinate alla potabilizzazione.

2. CARICO DI FOSFORO NEGLI INVASI

La concentrazione di fosforo naturale in laghi esenti da contaminazione antropica è calcolata sulla base della relazione tra l'indice morfoedafico MEI e la concentrazione di fosforo stessa. Nei laghi sottoposti ad eutrofizzazione culturale, gli apporti di origine antropica determinano un più elevato incremento della concentrazione di sostanze nutrienti e, di conseguenza, della produttività generale, senza peraltro determinare sostanziali alterazioni dei parametri usualmente utilizzati per il calcolo del MEI (solidi disciolti totali, conducibilità, alcalinità). Ne consegue che i valori di MEI possono essere correlati con la produttività solo nei laghi non contaminati, mentre per i laghi nei quali esiste un sensibile carico di nutrienti di origine antropica, le valutazioni basate sul MEI comportano una sottostima dei livelli trofici attuali. In assenza di attività antropiche le valutazioni basate sul MEI consentono una buona stima del livello trofico naturale e cioè del livello trofico proprio del lago in funzione della sua struttura morfometrica e dei fattori edafici dipendenti dalle caratteristiche del bacino di drenaggio. L'individuazione di una relazione tra il MEI e la concentrazione di fosforo in ambienti esenti da contaminazione antropica è quindi di notevole utilità nella individuazione degli ambiti ottimali di gestione dei bacini lacustri, in quanto l'applicazione della suddetta relazione consente la valutazione, negli ambienti soggetti ad eutrofizzazione culturale, della frazione di fosforo dovuta ai soli carichi geochimici. L'analisi dei valori del MEI rappresenta quindi l'approccio più semplice ed ecologicamente più corretto per una classificazione dei laghi basata sulla loro trofia naturale. La tabella 3 riporta l'indice morfoedafico MEI (calcolato come rapporto tra alcalinità e profondità media), la concentrazione di fosforo naturale e i valori di profondità e di tempo di ricambio degli invasi analizzati, tratti dall'"Indagine sullo stato trofico dei laghi siciliani finalizzata alla loro caratterizzazione, alla elaborazione di piani di risanamento ed alla indicazione di linee generali per una razionale utilizzazione delle acque" dell'Università di Palermo (1987-1988) (Calvo & al.).

Tabella 3

| Invaso | Capacità utile (m ³) | Superficie (10 ⁶ m ²) (Calvo & al.) | Volume (10 ⁶ m ³) (Calvo & al.) | Indice MEI | Concentrazione media naturale di P (mg/ m ³) | z _m (m) | t _w (anno) | Carico idraulico qs (m/anno) |
|----------------------|----------------------------------|--|--|------------|--|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| Poma | 6,8*10 ⁷ | 6,10 | 78,50 | 0,273 | 20,0 | 12,9 | 2,0 | 6,5 |
| | | | | o-m | mesotrofia (OECD) | | | |
| Scanzano | 1,65*10 ⁷ | 1,70 | 20,40 | 0,237 | 19,0 | 12,0 | 0,9 | 13,3 |
| | | | | o-m | mesotrofia (OECD) | | | |
| Piana degli Albanesi | 2,38*10 ⁷ | 3,10 | 32,80 | 0,24 | 19,0 | 10,6 | 2,1 | 5,0 |
| | | | | o-m | mesotrofia (OECD) | | | |
| Garcia | 6,0*10 ⁷ | 5,90 | 60,00 | 0,329 | 21,0 | 10,2 | 0,9 | 11,3 |
| | | | | m | mesotrofia (OECD) | | | |
| Prizzi | 9,2*10 ⁶ | 0,90 | 9,30 | 0,337 | 21,0 | 10,3 | 1,9 | 5,4 |
| | | | | m | mesotrofia (OECD) | | | |
| Fanaco | 2,0*10 ⁷ | 1,50 | 24,40 | 0,203 | 18,0 | 16,3 | 1,5 | 10,9 |
| | | | | o-m | mesotrofia (OECD) | | | |

Utilizzando il modello di Vollenweider è stato possibile valutare il carico di fosforo naturale. Per tale calcolo sono state utilizzate tre differenti funzioni basate sullo stesso modello, di seguito riportate con i relativi documenti di riferimento:

$$L = P z_m (1 + \sqrt{t_w}) / t_w \text{ [mg/m}^2\text{anno]}$$

“Analisi e controllo dei corpi ricettori” prof. G. Viviani-
corso di “Ingegneria Sanitaria-Ambientale” – Università
di Palermo

$$L = P (z_m / t_w + 10) \text{ [mg/m}^2\text{anno]}$$

Research of the Organization for Economic Co-Operation
and Development (OECD) (<http://www.chebucto.ns.ca/ccn/info/Science/SWCS/TPMODELS/OECD/management.html#1976>)

$$L = (P/1.02)^{1.14} (z_m / t_w) (1 + \sqrt{t_w}) \text{ [mg/m}^2\text{anno]}$$

Programma di tutela ed uso delle acque – Stato
di qualità ed evoluzione trofica dei laghi (Regione
Lombardia)

dove P = concentrazione di fosforo (mg/m^3)
 z_m = profondità media del lago (m)
 t_w = tempo di ricambio (anno)

I valori di carico calcolati sulla base della concentrazione del fosforo naturale con le tre differenti funzioni presentano valori differenti. Considerando che la funzione proposta nel documento della Regione Lombardia è stata modificata per essere applicata in laghi poco profondi o negli invasi artificiali, si è ritenuto coerente utilizzare questo valore per il confronto con i carichi stimati nel PdG. Sono stati quindi ricavati i rapporti tra l'apporto stimato di carico di fosforo e l'apporto di fosforo naturale. Il confronto del carico di fosforo naturale rispetto a quello stimato è un ulteriore indice della qualità delle acque degli invasi esaminati.

La tabella 4 riporta, oltre i valori di L calcolati con le tre funzioni e il rapporto tra l'apporto stimato di carico di fosforo e l'apporto di fosforo naturale, una sintesi delle informazioni principali relative agli invasi contenute nel Piano di Gestione delle Acque (PdG) e nel Piano di Tutela.

In particolare vengono riportati, secondo quanto previsto nel D.Lgs. 152/99, lo stato ecologico (SEL), ottenuto sommando i livelli dei parametri Trasparenza, Clorofilla “a”, Ossigeno disciolto e Fosforo totale e l'attribuzione dello stato ambientale (SAL), ricavato dai dati di stato ecologico confrontati con i dati relativi alla presenza di microinquinanti chimici (dati 2005/2006). Questi indici (SEL e SAL) nel il DM 260/2010 sono stati sostituiti per gli invasi con la valutazione del Potenziale Ecologico, che si basa sul rapporto di qualità ecologica (RQE) per l'indice complessivo per il fitoplancton (clorofilla “a”, biovolume medio, cianobatteri, PTI), sul livello trofico dei laghi per lo stato ecologico (LTLeco) e sulla determinazione degli inquinanti non facenti parte delle sostanze prioritarie (tab 1/B). Inoltre, ai sensi del DM 260/2010, deve essere valutato lo Stato chimico sulla base della conformità agli standard di qualità ambientale (SQA) delle sostanze prioritarie indicate in tab. 1/A. Considerando comunque che il SAL possa essere una stima ragionevole e comunque non in difetto del potenziale ecologico e dello stato chimico, ipotizzando che dal 2006 ad oggi non sono state attuate azioni di risanamento degli invasi, e che entro il 2015, ai sensi del D.Lgs. 152/06, i corpi idrici dovrebbero essere riportati in stato di qualità ambientale buono, si può rilevare, come riportato nella tabella 3, che la Regione dovrebbe prevedere ed effettuare le opere di risanamento utili al raggiungimento di uno stato di qualità buono in tutti gli invasi, anche in considerazione del fatto che queste acque sono destinate, dopo idoneo trattamento, al consumo umano.

Inoltre viene riportato lo stato trofico degli invasi ricavato dalla relazione del carico stimato di fosforo con il carico idraulico.

Tabella 4

| Invaso | Classificazione Tipo e Macrotipo | Categorie di rischio (PdG) | Stato Ecologico (SEL) | Stato Ambientale (SAL) | L (Vollenweider) di P naturale (mg/ m ² anno) (Viviani) | L (Vollenweider) di P naturale (mg/ m ² anno) (OECD) | L (Vollenweider) di P naturale (mg/ m ² anno) Regione Lombardia) | Apporto stimato di P/L (Vollenweider) di P naturale Regione Lombardia) | Stato trofico (grafico Vollenweider) | Conformità art. 80 del D.Lgs. 152/06 |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|--|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Poma | Me-4 I1 | probabilmente a rischio | 3 | sufficiente | 311 | 329,0 | 458,15 | 14 | eutrofico | no |
| Scanzano | Me-2 I3 | probabilmente a rischio | 3 | sufficiente | 494 | 443,3 | 721,17 | 5 | mesotrofia | no |
| Piana degli Albanesi | Me-2 I3 | a rischio | 4 | scadente | 235 | 285,9 | 343,13 | 12 | eutrofico | si |
| Garcia | Me-2 I3 | probabilmente a rischio | 3 | sufficiente | 464 | 448,0 | 686,83 | 11 | eutrofico | no |
| Prizzi | Me-2 I3 | non a rischio | 3 | sufficiente | 271 | 323,8 | 400,98 | 7 | eutrofico | in via di classificazione |
| Fanaco | Me-4 I1 | non a rischio | 3 | sufficiente | 435 | 375,6 | 631,03 | 16 | eutrofico | si |

La tabella 5 riporta gli apporti di BOD5, N e P, stimati nel PdG, ed il relativo rapporto azoto fosforo.

Tabella 5

| Invaso | Apporto di BOD5 (t/anno) | Apporto di N (t/anno) | Apporto di P (t/anno) totale | Rapporto apporti stimati N/P |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Poma | 477,99 | 456,9 | 39,67 | 11,52 |
| | | | | fattore limitante P |
| Scanzano | 4,65 | 171,66 | 6,54 | 26,25 |
| | | | | fattore limitante P |
| Piana degli Albanesi | 85,91 | 132,76 | 12,84 | 10,34 |
| | | | | fattore limitante P |
| Garcia | 241,04 | 1051,05 | 45,82 | 22,94 |
| | | | | fattore limitante P |
| Prizzi | 3,01 | 72,92 | 2,50 | 29,17 |
| | | | | fattore limitante P |
| Fanaco | 8,11 | 418,57 | 15,00 | 27,90 |
| | | | | fattore limitante P |

3. CONCLUSIONI

Dai dati riportati innanzitutto si evidenzia che nessuno degli invasi analizzati è stato classificato come buono. Tutti gli invasi sono in classe sufficiente tranne Piana degli Albanesi che è classificato scadente. Inoltre tutti gli invasi presentano un rapporto tra l'apporto stimato di carico di fosforo e l'apporto di fosforo naturale compreso tra 5 e 20, rivelando quindi un notevole impatto antropico nelle acque come carico di fosforo. La relazione del carico stimato di fosforo con il carico idraulico restituisce uno stato di eutrofizzazione in tutte le acque, tranne che nello Scanzano che risulta in uno stato mesotrofico.

Lo Scanzano comunque, sebbene presenti uno stato mesotrofico, risulta non conforme ai sensi dell'art. 80 del D.Lgs. 152/06 per il superamento di alcuni parametri microbiologici, del manganese e dell'ossigeno disciolto.

La non conformità ai sensi dell'art. 80 del D.Lgs. 152/06 degli invasi Poma e Garcia, può ritenersi in accordo con lo stato di qualità (sufficiente o scadente) e con lo stato eutrofico.

Risultano conformi ai sensi dell'art. 80 del D.Lgs. 152/06 gli invasi Piana degli Albanesi e Fanaco; il primo classificato come scadente e l'altro sufficiente. Questa incongruenza dovrebbe essere verificata rivalutando la stima dei carichi riportati nel PdG ed effettuando, nell'anno in corso, per il Fanaco il numero di prelievi previsti nella norma, non effettuati nel 2011. Tale situazione sarà inoltre verificata nell'elaborazione dei dati di monitoraggio del 2012 e nel monitoraggio 2013. È evidente comunque che una classificazione ai sensi del DM 260/2010 richiederebbe l'effettuazione del piano di monitoraggio di sorveglianza per l'invaso Fanaco e del piano di monitoraggio operativo per Piana degli Albanesi.

Nell'ottica di ridurre lo stato eutrofico delle acque, considerando che tutti gli invasi presentano un rapporto azoto fosforo maggiore di 10, che risulta quindi essere il fattore limitante nel fenomeno dell'eutrofizzazione, eliminando i carichi antropici si dovrebbe raggiungere, come primo obiettivo di risanamento degli invasi, una concentrazione di fosforo pari al più al doppio di quella naturale, visto che ormai risulta ampiamente consolidato che l'oligotrofia non deve essere considerata in assoluto l'obiettivo da perseguire e da raggiungere in tutti gli ambienti lacustri.

DISCIPLINA DEGLI SCARICHI, GESTIONE DEL TERRITORIO ED OBIETTIVI DI QUALITÀ AMBIENTALE: STATO DELL'ARTE

L. GIOVANNELLI¹, S. SALVATI²

¹ ARPA Toscana, ² ISPRA, Dipartimento tutela delle acque interne e marine

ABSTRACT

Il complesso quadro sulla disciplina degli scarichi nel panorama nazionale, pur risentendo delle diverse regolamentazioni regionali, ha consentito di raggiungere un elevato livello qualitativo dei reflui immessi nei corpi recettori nel rispetto delle norme di emissione, di cui all'allegato V parte III del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152 recante "Norme in materia ambientale".

Tuttavia la qualità dello scarico, intesa anche sotto il profilo del flusso di massa per i singoli parametri, compresi quelli pericolosi, contribuisce a determinare il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale solo per alcuni aspetti.

Contribuisce sicuramente per lo "stato chimico", indicatore a se stante, che fa riferimento agli standard delle sostanze pericolose dell'elenco di priorità di cui alla tab. I/A All.1 parte III del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 previsti per le acque superficiali.

Contribuisce solo in parte, invece, per lo stato ecologico, indicatore complesso nella sua definizione ove convergono elementi biologici, parametri chimico-fisici di base e le sostanze pericolose (di cui alla tab. 2/A - Allegato1 al Decreto Legislativo 3 aprile 2006), che singolarmente influenzano l'obiettivo finale.

Su queste basi, legate alla correlazione tra disciplina degli scarichi ed obiettivi di qualità ambientale, sono affrontati alcuni aspetti di cui occorrerà sempre più tenere conto nella pianificazione degli interventi, che dovranno riguardare non solo l'adeguamento degli impianti di depurazione e del sistema di collettamento dei reflui, ma anche la qualità morfologica dei corsi d'acqua, degli alvei e la loro gestione.

1. INTRODUZIONE

La tutela qualitativa delle acque è basata sul raggiungimento o mantenimento degli "obiettivi di qualità ambientale" dei corpi idrici. Gli obiettivi di qualità sono riferiti alle caratteristiche qualitative dei corpi idrici che consentono determinati impieghi, ovvero allo stato ambientale corrispondente alla capacità di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. La normativa di riferimento pone quale strumento essenziale per tale finalità una adeguata disciplina degli scarichi. In particolare, pone l'obbligo dell'applicazione di valori limite di emissione definiti sulla base dei corpi idrici recettori e del relativo obiettivo di qualità. In particolare, gli obiettivi di qualità ambientale sono riferiti alle caratteristiche idromorfologiche, fisiche, chimiche e biologiche dei corpi idrici.

La normativa europea in campo ambientale, entrata in vigore nell'ultimo decennio, ha determinato un nuovo approccio nella gestione delle acque finalizzato ad integrare aspetti qualitativi, quantitativi e di protezione del territorio.

La Direttiva Comunitaria 91/271, concernente la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque reflue urbane e la raccolta ed il trattamento di quelle originate da alcuni settori industriali, recepita a livello nazionale dal D.Lgs. 152/2006, è finalizzata a proteggere l'ambiente da possibili danni da esse arrecati. La principale disposizione della Direttiva consiste nell'obbligo, per tutti gli agglomerati urbani di realizzare sistemi di trattamento e di raccolta (reti fognarie) dei reflui, in funzione delle dimensioni degli agglomerati e della loro ubicazione.

La Direttiva 2000/60/CE (*Water Frame Directive, WFD*), istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di tutela quali-quantitativa delle acque per l'attuazione di una politica sostenibile e di protezione per tutte le acque interne (superficiali e sotterranee), per le acque di transizione e per le acque marine costiere. L'obiettivo prioritario è quello di mantenere il buono stato delle acque, prevenire il loro ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare le condizioni degli ecosistemi acquatici, delle zone umide che dipendono direttamente da questi e dagli ecosistemi terrestri, in considerazione della loro necessità di acqua. La Direttiva, ha confermato il cosiddetto approccio combinato basato sulla riduzione dell'inquinamento alla fonte, attraverso la fissazione di valori limite per le emissioni e la fissazione di obiettivi di qualità ambientali.

L'attuazione della Direttiva 2000/60/CE impegna gli Stati Membri a raggiungere entro il 2015 l'obiettivo dello stato "buono" per le acque superficiali e sotterranee, sia pure individuando una prima fase intermedia al 2008 con il raggiungimento dell'obiettivo almeno "sufficiente". Inoltre deve inoltre essere mantenuto, dove già esistente, lo stato elevato. Gli Stati Membri dovranno conformarsi agli standard e agli obiettivi stabiliti per le Aree Protette (Acque a specifica destinazione d'uso, Aree Sensibili, Parchi, SIC, ZPS, etc.) entro il 2015.

La normativa individua, per i corpi idrici superficiali e sotterranei, un **obiettivo minimo di qualità ambientale**, inteso in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione, e un **obiettivo di qualità per specifica destinazione** che individua, se necessario, lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

In Italia, il recepimento della Direttiva 2000/60/CE nella legislazione nazionale ha subito un sostanziale avanzamento con l'emanazione del **D. Lgs. n° 152 del 3 aprile 2006** e s.m.i., recante "**Norme in materia ambientale**", che ha modificato ed integrato l'assetto normativo precedente - basato sostanzialmente sulle Leggi n.183/1989, n.36/1994 e sul D. Lgs. N.152/1999 - che nel complesso già anticipava alcune delle innovazioni introdotte dalla WFD.

La WFD, recepita con il D.Lgs. n.152/06, ha determinato una profonda trasformazione nelle modalità di controllo e di classificazione dei corpi idrici, in quanto prevede :

- l'identificazione di tratti distinti e significativi dei corpi idrici, sulla base delle caratteristiche idromorfologiche e fisico-chimiche degli stessi;
- l'identificazione delle "condizioni di riferimento" per ciascuna tipologia di corpo idrico corrispondenti quanto più possibile alle condizioni naturali, ovvero di impatto antropico nullo o trascurabile riferite ad elementi biologici (*Elementi di Qualità Biologica*, EQB), idromorfologici, chimici e chimico-fisici;
- la definizione di reti di monitoraggio per l'attribuzione ai corpi idrici della classe di stato ecologico e per evidenziare l'eventuale presenza di cambiamenti nello stato ecologico di bacini idrici definiti "a rischio".
- il confronto delle condizioni rilevate per ciascun EQB con le condizioni di riferimento. Dal grado di allontanamento dalle condizioni di riferimento (*Ecological Quality Ratio*, EQR) dipenderà l'appartenenza ad una delle 5 categorie di stato ecologico (elevato, buono, sufficiente, scadente, pessimo).

Di conseguenza, le autorità competenti devono attuare programmi di monitoraggio che dovranno evidenziare la risposta dell'EQB agli eventuali impatti ai quali sono sottoposti i corpi idrici, per stabilirne lo stato di qualità ambientale e valutare il raggiungimento o meno del "buono" stato ambientale, adottando conseguentemente le azioni e le misure necessarie al raggiungimento dell'obiettivo stabilito dalla Direttiva.

Pertanto, in tale contesto legislativo emerge l'esigenza, da un lato di garantire una maggiore copertura del servizio fognario e depurativo, dall'altro di adeguare gli impianti esistenti per il raggiungimento della conformità ai nuovi standard qualitativi degli scarichi e ai nuovi obiettivi di qualità ambientale previsti dalla normativa per i corpi idrici recettori, da raggiungere entro le date del 2008 (per lo stato "sufficiente") e del 2016 (per lo stato "buono").

2. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI

Le attività di monitoraggio dei corpi idrici, rappresentano un efficace strumento per la conoscenza dello stato della risorsa idrica ed un valido supporto alla pianificazione territoriale ai fini del suo risanamento, in quanto permettono di verificare nel tempo l'efficacia delle misure adottate per raggiungere gli obiettivi ambientali.

Attualmente, sul territorio nazionale, gran parte delle regioni ha definito la rete di monitoraggio e predisposto il programma delle attività.

Tuttavia, la distribuzione dei corpi idrici sottoposti a monitoraggio in relazione alle differenti tipologie di monitoraggio previste dalla WFD risulta piuttosto disomogenea. Entrando nel merito, le Regioni, sentite le Autorità di Bacino, devono aver definito nell'ambito del proprio territorio un programma di monitoraggio di sorveglianza ed un programma di monitoraggio operativo, secondo criteri puntuali e ben definiti, volti ad individuare i corpi idrici ritenuti a rischio e quelli non a rischio e, pertanto, a definire una rete regionale di monitoraggio.

Sulla base dei risultati ottenuti dal monitoraggio dei corpi idrici sono individuate le azioni da intraprendere per la tutela degli stessi (misure "di base" e misure "supplementari") nell'ambito dei **Piani di gestione**, da predisporre conformemente alla Direttiva 2000/60/CE e sulla base dei **Piani di tutela delle acque** regionali, adeguati alla normativa vigente (vedi in particolare gli allegati I, II, e III della parte terza del dlgs 152/2006 e s.m.i.).

Nel nuovo contesto normativo i Piani di Tutela delle Acque rappresentano proprio i piani territoriali di settore, attraverso i quali le regioni definiscono gli interventi finalizzati a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e le misure da intraprendere per garantire la tutela qualitativa e quantitativa degli stessi.

Le attività di monitoraggio, che il D.Lgs. 152/06 pone in capo alle Regioni, in realtà sono nella maggior parte dei casi affidate al sistema delle Agenzie regionali e provinciali. Si tratta di attività che richiedono indagini complesse, quali, tra l'altro, quelle di tipo chimico per la determinazione delle sostanze pericolose e quelle di tipo biologico (particolarmente complesse), per la conoscenza puntuale della sistematica dei diversi indicatori individuati dalla Direttiva 2000/60.

Di seguito si riporta la tabella 3.6 di cui all'Allegato 1 - parte III del Decreto Legislativo n.152, del 2006, che riassume le frequenze dei campionamenti da effettuare nel corso dell'anno su fiumi e laghi.

**Tabella 1 - (D.Lgs. 152/06, Tabella 3.6.). Monitoraggio di sorveglianza e operativo.
Frequenze di campionamento nell'arco di un anno per fiumi e laghi**

| Elementi di qualità | | FIUMI | | LAGHI | |
|--|--|---|---|---|---|
| BIOLOGICI | | SORVEGLIANZA ⁽¹⁾ | OPERATIVO ⁽²⁾ | SORVEGLIANZA ⁽¹⁾ | OPERATIVO ⁽²⁾ |
| Fitoplancton | | | | 6 volte ⁽³⁾ | 6 volte ⁽³⁾ |
| Macrofite | | 2 volte ⁽⁴⁾ | 2 volte ⁽⁴⁾ | 1 volta ⁽⁵⁾ | 1 volta ⁽⁵⁾ |
| Diatomee | | 2 volte in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati ⁽⁶⁾ | 2 volte in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati ⁽⁶⁾ | | |
| Macroinvertebrati | | 3 volte ⁽⁷⁾ | 3 volte ⁽⁷⁾ | almeno 2 volte ⁽⁵⁾ | almeno 2 volte ⁽⁵⁾ |
| Pesci | | 1 volta ⁽⁸⁾ | 1 volta ⁽⁸⁾ | 1 volta ⁽⁹⁾ | 1 volta ⁽⁹⁾ |
| IDROMORFOLOGICI | | SORVEGLIANZA ⁽¹⁾ | OPERATIVO | SORVEGLIANZA ⁽¹⁾ | OPERATIVO |
| Continuità | | 1 volta | 1 volta ⁽¹⁰⁾ | | |
| Idrologia | | Continuo ⁽¹¹⁾ | Continuo ⁽¹¹⁾ | Continuo ⁽¹²⁾ | Continuo ⁽¹²⁾ |
| Morfologia ⁽¹³⁾ | alterazione morfologica | 1 volta | 1 volta ⁽¹⁰⁾ | 1 volta | 1 volta ⁽¹⁰⁾ |
| | caratterizzazione degli habitat prevalenti ⁽¹⁴⁾ | 1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati | 1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati | 1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati | 1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati |
| FISICO-CHIMICI E CHIMICI | | SORVEGLIANZA ⁽¹⁾ | OPERATIVO ⁽¹⁵⁾ | SORVEGLIANZA ⁽¹⁾ | OPERATIVO ⁽¹⁵⁾ |
| Condizioni termiche | | Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee | Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee | Bimestrale e comunque in coincidenza del campionamento del fitoplancton | Bimestrale e comunque in coincidenza del campionamento del fitoplancton |
| Ossigenazione | | | | | |
| Conducibilità | | | | | |
| Stato dei nutrienti | | | | | |
| Stato di acidificazione | | | | | |
| Altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità ⁽¹⁶⁾ | | Trimestrale nella matrice acqua. Possibilmente in coincidenza con campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee. | Trimestrale nella matrice acqua. Nell'anno del monitoraggio biologico i campionamenti sono effettuati possibilmente in coincidenza con quelli dei macroinvertebrati e/o delle diatomee. | Trimestrale in colonna d'acqua. | Trimestrale in colonna d'acqua. |
| Sostanze dell'elenco di priorità ⁽¹⁷⁾ | | Mensile nella matrice acqua. | Mensile nella matrice acqua. | Mensile in colonna d'acqua. | Mensile in colonna d'acqua. |

Le frequenze riportate in tabella 1 per fiumi e laghi sono applicate secondo le modalità descritte nei relativi protocolli di campionamento di cui al Manuale APAT 46/2007 e quaderni e notiziari CNR-IRSA.

L'elaborazione dei risultati del monitoraggio consente di determinare lo stato ecologico e lo stato chimico:

1. **stato ecologico** con le sue definizioni di classi di qualità:

- elevato
- buono
- sufficiente
- scarso
- cattivo

Lo stato ecologico a sua volta deriva dalla combinazione di più indici:

a) Biologici:

- macrobenthos (con le classi: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo)
- diatomee (con le classi: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo)
- macrofite (con le classi: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo)
- fauna ittica (con le classi: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo)

b) LIM eco (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori)

- Ossigeno %, N- NH₄, N-NO₃, P tot

(con punteggi che determinano le classi di: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo)

Il LIM eco tiene conto della concentrazione nelle acque dei principali parametri chimico-fisici, denominati macrodescrittori, per la caratterizzazione dello stato di inquinamento dei corpi idrici superficiali: nutrienti, sostanze organiche biodegradabili, ossigeno disciolto, inquinamento microbiologico. Attraverso un calcolo si ottiene un punteggio per ciascun parametro.

c) Sostanze pericolose di cui alla tab. 1B (allegato I parte terza dlgs 152/2006)

- Concentrazione media per ogni inquinante di Tab. 1B

(in base agli standard di qualità si hanno le classi di: elevato, buono, sufficiente)

La classe di qualità dello "stato ecologico" deriva quindi dalla classe di livello più bassa determinata dal monitoraggio dei singoli parametri chimico fisici e biologici. Nel caso in cui si raggiunga lo stato elevato, occorre una conferma anche attraverso l'esame degli elementi idromorfologici.

2. **stato chimico** con le sue definizioni di classi di qualità:

- buono
- non buono

Lo "stato chimico" è un indicatore a se stante e si ottiene valutando il valore massimo e la media dei valori per singola sostanza pericolosa della tab 1A rispetto agli standard di cui all'allegato I parte terza d.lgs 152/2006.

Pertanto, l'obiettivo di qualità ambientale è determinato al termine di un periodo di monitoraggio eseguito sui diversi punti di ciascuna rete regionale. Ogni punto viene così ad essere contraddistinto da uno stato di qualità, secondo il criterio finale ipotizzato nello schema successivo (ancora non definito dal quadro normativo).

Lo stato di qualità ambientale, espressione complessiva dello stato del corpo idrico, deriva dall'incrocio delle valutazioni attribuite allo "stato ecologico" e allo "stato chimico" del corpo idrico. Si attribuisce quindi al corpo idrico la classe "peggiore" tra le due classi riscontrate in un determinato punto della rete, rappresentativo di uno o più corpi idrici. Si può ipotizzare, a tal fine, di riportare le valutazioni relative allo "stato ecologico" e allo "stato chimico" in una tabella a doppia entrata, al fine di ottenere la classe da attribuire al corpo idrico (Tabella 2).

Tabella 2 - Ipotesi di criterio per la classificazione dello Stato di Qualità Ambientale per le acque superficiali in relazione allo stato chimico ed ecologico

| STATO CHIMICO | STATO ECOLOGICO | | | | |
|---------------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| | elevato | buono | sufficiente | scarso | cattivo |
| buono | buono | buono | non buono | non buono | non buono |
| non buono | non buono | non buono | non buono | non buono | non buono |

A tal fine, a titolo di esempio, si può ipotizzare di avere un corpo idrico con uno stato di qualità ambientale buono con un elevato stato ecologico, ma anche uno stato di qualità ambientale non buono con un elevato stato ecologico e ciò a causa di uno stato chimico "non buono".

Risulta, invece, differente il sistema di classificazione per i corpi idrici fortemente modificati e artificiali per i quali non si parla di stato ecologico ma di "potenziale ecologico" e di obiettivi di qualità inferiori. Il potenziale ecologico è descritto come lo stato biologico che meglio riflette, per quanto possibile tenendo conto delle modifiche morfologiche intervenute, quello del più simile tipo di corpo idrico superficiale naturale.

3. OBIETTIVI DI QUALITÀ, PIANIFICAZIONE E PROGETTAZIONE DELLE OPERE

Una volta determinata la qualità ambientale del corpo idrico recettore, anche in funzione della sua specifica destinazione d'uso, si passa a disciplinare gli scarichi in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici. I valori limite degli scarichi sono indicati nelle tabelle dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06.

In questa ottica innovativa, non è più sufficiente verificare il rispetto dei limiti da parte del singolo scarico, ma è necessario garantire che l'insieme degli scarichi recapitanti nello stesso corpo recettore, non ne pregiudichino la qualità.

Tutti gli scarichi sono disciplinati in funzione degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e devono, altresì, rispettare i valori limite riportati all'Allegato 5 al Decreto.

Per la conformità degli scarichi alle norme di emissione, le acque reflue urbane (provenienti da agglomerati con oltre 2.000 abitanti equivalenti) devono essere sottoposte almeno ad un trattamento secondario (in genere trattamento biologico seguito da sedimentazione secondaria) o ad esso equivalente. Se lo scarico del depuratore è ubicato in area sensibile, il trattamento secondario dovrà essere seguito da un trattamento più spinto, finalizzato alla rimozione dei nutrienti (composti dell'azoto e del fosforo). Per le acque reflue urbane, rispetto all'abrogata legge Merli del 1976, l'attuale normativa riduce da 51 a 3 i parametri per i quali devono essere rispettati i limiti di concentrazione (BOD5, COD e solidi sospesi) oppure a 5 (BOD5, COD, solidi sospesi, azoto e fosforo totale) se il corpo idrico ricade in area sensibile e li rende più restrittivi relativamente al caso degli scarichi in corpi idrici superficiali.

L'elemento innovativo introdotto dalla norma nazionale che disciplina gli scarichi, risiede nel concetto che le tabelle non riportano unicamente i valori-limite degli elementi contenuti negli scarichi in termini di concentrazione, ma anche in termini di quantità massima per unità di tempo riferita alla singola sostanza o gruppi di sostanze affini. Pertanto, è espresso un importante concetto secondo cui il danno provocato dall'accumulo (locale) e nel tempo di una singola sostanza inquinante può prevalere sul danno provocato da concentrazioni che di per sé non determinerebbero forme di inquinamento.

L'impatto determinato dagli scarichi delle acque reflue depurate sui corpi idrici incide direttamente sulla capacità degli stessi di attuare i naturali processi autodepurativi. Inoltre, in taluni casi, i sistemi di collettamento e di depurazione risultano inadeguati ad abbattere il carico inquinante prodotto dagli insediamenti urbani. A questo, occorre aggiungere gli scarichi di fognature di reflui civili non depurati e/o altri apporti quali, ad esempio, quelli provenienti dagli insediamenti industriali.

Risorse ingenti sono state destinate, sia per il miglioramento della qualità degli scarichi attraverso la realizzazione di nuove infrastrutture e di adeguamento di quelle esistenti, sia per la riqualificazione dei corsi d'acqua (in particolare per il contenimento del rischio idraulico).

Tuttavia, con l'approssimarsi della scadenza stabilita dalla normativa per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale "buono", ci si chiede se le misure adottate e, di conseguenza, le risorse impegnate per i progetti, abbiano trovato e troveranno coerenza con l'insieme degli indicatori che concorrono alla definizione dell'obiettivo "buono".

Si ritiene che, nella maggior parte dei casi, i progetti di nuove infrastrutture depurative siano prevalentemente finalizzati al rispetto delle norme di emissione degli scarichi, senza tenere conto di possibili danni arrecati all'ambiente idrico dall'accumulo (locale e nel tempo) delle singole sostanze inquinanti. Risulta, altresì, estremamente complesso determinare a quali cause è possibile attribuire eventuali alterazioni riscontrate sui corpi idrici. La presenza nei corpi idrici superficiali di sostanze chimiche, appartenenti sia alla tab. IA (per lo stato chimico) sia alla tab. IB (per lo stato ecologico), con concentrazioni superiori agli standard richiamati dalla normativa, derivano per lo più da attività antropiche (salvo dimostrarne, come per molti metalli, la loro diffusione per cause naturali).

In questi casi risulta opportuno ricorrere a processi depurativi adeguati.

Tuttavia, mentre da una parte la presenza delle suddette sostanze può condizionare lo sviluppo delle componenti biotiche del sistema fluviale (come nel caso di numerosi fitofarmaci nei confronti dei popolamenti a macrofite), alterandone gli equilibri e quindi modificando le comunità attese, dall'altra, l'ecosistema stesso, costituisce un importante elemento per la riduzione ed il contenimento di tali sostanze.

In questo senso basti pensare alla funzione fondamentale svolta dalle fasce vegetazionali perfluviiali e, più in generale, dalla forestazione che, inserendosi nella complessa architettura spaziale e temporale del corso d'acqua, tamponano e mitigano la diffusione degli inquinanti anche in altri corpi idrici (superficiali e sotterranei), riducono l'erosione superficiale, favoriscono l'affermarsi di comunità animali e vegetali più varie e ricche.

Altre importanti considerazioni meritano le derivazioni dai corsi d'acqua e gli approvvigionamenti dalla falda sottostante che, quando insistono su corsi d'acqua di modeste dimensioni, riducono in maniera significativa l'habitat a disposizione delle comunità biotiche e ne compromettono la funzionalità: tali comunità, nel tempo, ne risentono dal punto di vista qualitativo, quantitativo e di distribuzione, con inevitabili conseguenze sulla capacità di assorbire eventuali altri impatti antropici o naturali.

La riduzione delle portate rappresenta sicuramente l'aspetto di maggior rilevanza per gli effetti sulle caratteristiche dei corsi d'acqua. Si tratta di alterazioni anche gravi specialmente se concomitanti con altre tipologie di impatti, come quelli dovuti ad alti carichi organici e di nutrienti.

Anche gli invasi per la produzione di energia idroelettrica e/o per i diversi utilizzi, possono incidere negativamente sugli organismi acquatici creando interferenze al movimento, modificando il flusso di regime a valle e la struttura dell'alveo e delle zone riparali del corso idrico a valle, soprattutto se la loro gestione non risulta funzionale anche alla salvaguardia dell'intero sistema idrico sotteso. Si tratta oltre tutto di opere che nella maggior parte dei casi si trovano inserite in corsi d'acqua dove lo stato ambientale risulta di livello buono con uno stato ecologico elevato; sono queste situazioni di particolare pregio da salvaguardare ed alle quali dedicare ulteriori approfondimenti, come quelli previsti nella valutazione degli elementi idromorfologici.

Non ultima considerazione va rivolta alle zone umide, parte integrante del reticolo idrografico. Esse svolgono un ruolo fondamentale nella gestione del territorio e contribuiscono al raggiungimento del buono stato ambientale del corpo idrico al quale esse afferiscono.

Le loro funzioni (fasce tampone, ecosistemi filtro contro l'inquinamento, zone di esondazione in grado di mitigare l'impatto delle piene e soprattutto zone di tutela della biodiversità animale e vegetale) risultano strategiche nella pianificazione e realizzazione di interventi di tutela.

All'interno di un bacino idrografico, le zone umide rappresentano un universo diversificato che comprende numerose tipologie di elementi territoriali rilevanti, per il conseguimento degli obiettivi di qualità ambientale.

La ricostruzione anche di porzioni delle zone umide, nell'ambito dei numerosi interventi eseguiti lungo i corsi d'acqua per il contenimento delle esondazioni, deve costituire un obiettivo irrinunciabile per ridare a porzioni importanti del territorio, almeno una parte di quel valore in termini di biodiversità perso nel tempo a seguito delle modificazioni introdotte dall'uomo.

La complessa interpretazione (Tabella 3) degli effetti delle varie pressioni sulle comunità viventi rappresenta un passaggio fondamentale nell'ottica di una corretta gestione delle risorse idriche.

**Tabella 3 - (Tabella 3.2 di cui all'Al.1 - parte III del D.Lgs. 152/06 e smi).
Elementi di qualità più sensibili alle pressioni che incidono sui fiumi.**

| Origine della pressione | Categoria dell'effetto | Effetti della pressione | macrofite | Fitobentos (Diatomee) | Macroinvertebrati | Pesci | Morfologia | Idrologia | FISICO-CHIMICI GENERALI | ALTRE SOSTANZE NON APPARTENENTI ALL'ELENCO DI PRIORITA' | SOSTANZE ELENCO DI PRIORITA' |
|--|--|---|-----------|-----------------------|-------------------|-------|------------|-----------|---|---|------------------------------|
| | | | | | | | | | | | |
| ARRICCHIMENTO DEI NUTRIENTI | Effetto primario sulla biologia | Variazione nella concentrazione dei nutrienti nel corpo idrico interessato. Aumento della biomassa, variazione dei rapporti tra i diversi livelli trofici; variazione nella struttura della comunità biologica. Scomparsa di alcuni taxa sensibili. | X | X | X | | | | Parametri di base, tutti i nutrienti | | |
| CARICO DI SOSTANZE ORGANICHE | Effetto primario sulla biologia | Aumento del carico organico. Aumento della biomassa, variazione dei rapporti tra i diversi livelli trofici; variazione nella struttura della comunità biologica. Scomparsa dei taxa più sensibili alla carenza di ossigeno. | | X | X | | | | Parametri di base, nutrienti, indicatori specifici di inquinamento organico | | |
| SOSTANZE ELENCO DI PRIORITA' E ALTRE SOSTANZE NON APPARTENENTI ALL'ELENCO DI PRIORITA' | Effetti primari sui sedimenti, sulla qualità dell'acqua e sulla biologia | Aumento delle concentrazioni di inquinanti (colonna d'acqua e sedimenti). Scomparsa di alcuni taxa sensibili. | | | X | | | | Parametri di base | X | X |
| IDROLOGIA | Effetto primario sulla biologia | Variazione nei livelli idrici dovuti ai prelievi; il regime di flusso modificato impatta gli elementi biologici | X | X | X | X | X | X | Parametri di base | | |

Per il raggiungimento dei prefissati obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici, con possibili conseguenze sulle tecnologie di depurazione, occorrerà pianificare programmi d'intervento che tengano conto dei limiti temporali stabiliti dalla normativa, nonché dell'esigenza di collocare le opere nel contesto della pianificazione di ordine superiore.

Per quanto sopra, i programmi di misure da attuare dovranno necessariamente integrare tutti gli aspetti inerenti la tutela delle acque, tenendo conto non solo dell'impatto delle attività umane sullo stato delle acque, ma anche delle caratteristiche proprie del corpo idrico recettore.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sicuramente non potrà essere sempre possibile inquadrare correttamente piani e progetti sulle risorse idriche e sul territorio in modo tale da poterli rendere coerenti con la complessità degli obiettivi sopra richiamati, tuttavia occorrerà prevedere l'inizio di un nuovo e sistematico percorso, che preveda obbligatoriamente di corredare ad ogni intervento, che abbia una certa rilevanza sui corpi idrici, un "quadro di coerenza agli obiettivi di qualità ambientale".

Tale valutazione di coerenza, dovrà sicuramente tenere conto della rete di monitoraggio, dello stato di qualità chimica ed ecologica, in particolare di quei punti della rete dove sono ipotizzabili modificazioni sulle diverse componenti biologiche e chimico-fisiche, sia direttamente, sia indirettamente a seguito degli interventi eseguiti. Qualora gli interventi, per le distanze dai punti della rete di monitoraggio non prevedano variazioni significative degli obiettivi di qualità, si dovrà dimostrare i benefici ambientali eventualmente intervenuti ed, in modo particolare, la possibile insorgenza di impatti negativi. Potrà risultare opportuno, cioè, avere più punti di monitoraggio prossimi agli interventi e valutarli alla stessa stregua di quello o quelli delle rete regionale. Vi sono anche interventi su corpi idrici fortemente modificati, per i quali ancora ci sono molti aspetti da chiarire da parte delle regioni, ciò non di meno anche in questi casi occorrerà porsi nell'ottica soprarichiamata.

Siamo ormai prossimi alla prima scadenza (22.12.2015) e quindi alle prime verifiche, non mancheranno i momenti di approfondimento sulla bontà degli indicatori e dei loro metodi attualmente adottati, sui corpi idrici di riferimento per il calcolo dell'EQR (Ecological Quality Ratio), sulla rappresentatività delle reti regionali di monitoraggio, rispetto anche ai numerosi corpi idrici tipizzati.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Manuale APAT. IFF 2007 - Indice di Funzionalità Fluviale, 2007.

Direttiva del Consiglio della Comunità Europea del 21 maggio 1991, n.271

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000

Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n.152 recante Norme in materia ambientale

Stato di implementazione della Direttiva 2000/60/CE in Italia. Risultati della rilevazione effettuata presso le ARPA/APPA, 2011.

[www.arpalazio.net /main/acqua/qualitaacqua.php](http://www.arpalazio.net/main/acqua/qualitaacqua.php)

BOX. INQUINANTI EMERGENTI NELLE ACQUE

S. BERNABEI¹, F. DE GIACOMETTI¹, T. FORTE¹

¹ ISPPA, Dipartimento tutela acque interne e marine

Negli ultimi anni, nelle acque di approvigionamento e nei reflui trattati sono stati identificati composti derivanti in larga parte da antibiotici ad uso umano e animale, farmaci di prescrizione e generici, prodotti delle acque reflue industriali e civili, ormoni sessuali e steroidei, droghe d'abuso e sostanze chimiche contenute in prodotti di uso comune come disinfettanti, deodoranti, profumi e cosmetici (Personal Care Products PCPs). Tutte queste sostanze vengono ritrovate, anche in concentrazioni elevate, nelle acque fognarie depurate, nelle acque superficiali di fiumi e laghi, e nelle acque di falda e potabili; possono essere considerati degli inquinanti ambientali ubiquitari che contaminano l'ambiente attraverso una miriade di fonti di inquinamento diffuse. Assieme alle acque fognarie raggiungono i depuratori dove non sono efficacemente degradate e sono quindi riversate nelle acque superficiali di fiumi e laghi. In queste acque queste sostanze si ritrovano generalmente presenti in concentrazioni relativamente basse ma sempre preoccupanti, trattandosi, ad esempio i farmaci, di sostanze attive specificatamente disegnate per suscitare risposte nell'uomo e nell'animale a basse concentrazioni. I depuratori urbani rappresentano un punto importante per controllare l'inquinamento ambientale da queste sostanze ma gli impianti di trattamento attuali non sono ancora in grado di rimuoverle in maniera efficace. L'European Medicines Agency (EMA), ha recentemente proposto alcune Linee Guida per mitigare il rischio ambientale causato dai nuovi farmaci, mentre altre proposte indipendenti per ridurre il rischio ambientale derivano dalla "Green Pharmacy". Un'altra ampia classe di inquinanti divenuti ubiquitari sono quelli che vanno sotto il nome di interferenti endocrini (ED): sono quelle sostanze (o miscele di sostanze) di origine esogena che si dimostrano in grado di alterare la funzionalità del sistema endocrino, con conseguenti possibili effetti negativi sulla salute di un organismo o anche sui suoi discendenti. Per riassumere, gli ED possono essere suddivisi nelle seguenti classi:

- ormoni naturali prodotti da una specie, ma in grado di avere macroeffetti su altre specie. Ad esempio, ormoni umani presenti nelle acque reflue possono avere effetti negativi sui pesci;
- sostanze chimiche di origine naturale, quali tossine algali, funghi, fitoestrogeni;
- farmaci sintetici ad elevata attività ormonale, quali contraccettivi e farmaci per la cura dei tumori;
- prodotti finiti e/o intermedi di origine sintetica, quali DDT, composti clorurati, additivi per materie plastiche, PCB, nonilfenolo

BIBLIOGRAFIA

Claudia Lasagna, Gli inquinanti chimici emergenti nelle acque destinate al consumo umano. www.fondazioneamga.org

Ettore Zuccato - Inquinanti emergenti nelle acque - Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri"* Conferenza organizzata per l'Attività di promozione nell'ambito del Laboratorio Proambiente finanziato con il programma operativo FESR 2007-2013 della Regione Emilia-Romagna

ANALISI DEGLI EFFETTI DELL'URBANIZZAZIONE SUI CORSI D'ACQUA: IL CASO DEL BACINO LAMBRO - SEVESO - OLONA

A. AZZELLINO², D. BELLINGERI¹, S. CANOBBIO³, N. DOTTI¹, V. MARCHESI¹, M. PARINI⁴, A. PIANA¹, E. ZINI¹

¹ ARPA Lombardia, ² DICA - Politecnico di Milano, ³ DISAT - Università di Milano - Bicocca,

⁴ DG AESs Regione Lombardia

ABSTRACT

Il bacino dei fiumi Lambro - Seveso - Olona (LSO) costituisce il sistema tributario del fiume Po maggiormente inquinato. Lo stato ecologico del sistema LSO è compromesso dall'intensa urbanizzazione che ha fortemente modificato l'idrologia naturale del territorio intorno alla zona di Milano, la morfologia dei corpi idrici e lo stato di qualità delle acque.

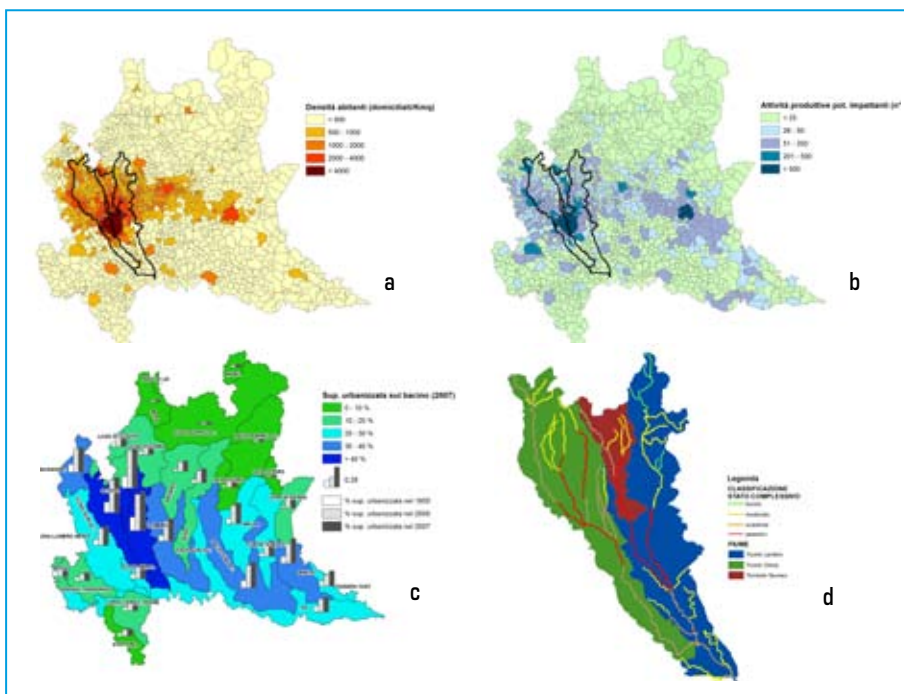
Il presente studio ha analizzato lo stato di compromissione dell'ambiente urbano e gli effetti che si generano sull'ecosistema fluviale attraverso la modellazione della qualità delle acque fluviali. Scopo finale è stata la valutazione della possibilità di riqualificazione del sistema Lambro, Seveso, Olona, indagando sia la ripartizione per tipologia di fonte dei macroinquinanti, che i limiti di scarico che devono essere applicati per il raggiungimento dello stato di buona qualità previsto dalla Direttiva 2000/60/CE.

Parole chiave: carico inquinante, stato ecologico, Qual2k, riqualificazione fluviale, buon potenziale ecologico.

1. INTRODUZIONE

Il monitoraggio dello stato di qualità delle acque dei fiumi Lambro, Seveso e Olona (LSO) effettuato da ARPA Lombardia in attuazione del D.Lgs. 152/06 e del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), evidenzia il perdurare di uno stato ecologico pessimo o scadente per la maggior parte dell'estensione dei suddetti corsi d'acqua. Il territorio sotteso dai tre sottobacini è pari a meno del 10% dell'intero territorio regionale, ma su di essi sono presenti il 43% dei domiciliati lombardi totali ed il 40% delle aziende "potenzialmente impattanti" sulla base della codifica ATECO (Fig. 1). Tali territori sono stati individuati da Regione Lombardia, come area prioritaria di intervento ai fini della riduzione dell'inquinamento delle acque, della riqualificazione dei sistemi ambientali e paesistici e della riduzione del rischio idraulico. La Direttiva 2000/60/CE e il D.Lgs. 152/06 prevedono che, qualora i monitoraggi indichino l'improbabilità del raggiungimento degli obiettivi di qualità, siano indagate le cause, riesaminati e adattati, a seconda delle necessità, i programmi di monitoraggio in essere e stabiliti nuovi programmi di misure supplementari a complemento delle misure di base, nonché eseguiti dei monitoraggi di indagine qualora sia necessario un quadro conoscitivo più di dettaglio sulle cause che impediscono il raggiungimento degli obiettivi di qualità.

Figura 1 - a. Densità abitativa; b. Attività produttive (anno 2011); c. Confronto tra superficie urbanizzata nel 1955 e nel 2007; d. Stato Ecologico



2. ANALISI DELLE PRESSIONI ED EFFETTI SULLA QUALITÀ FLUVIALE

La stima dei carichi inquinanti è realizzata con il “modello del territorio”. Una parte dello schema concettuale DPSIR (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte) è rappresentato in figura 2, in cui è evidenziata la relazione causale tra determinanti, pressioni e stato qualitativo delle acque e il ruolo dei modelli del territorio e di qualità delle acque. Gli input del modello del territorio sono costituiti dai determinanti dello stato di qualità del sistema, per esempio la popolazione e le attività produttive. Il modello non conserva una memoria di ciò che è accaduto in precedenza, i carichi attuali dipendono soltanto dalla popolazione e dalle attività produttive attuali e non dalle precedenti.

In tabella 1 sono riassunti i determinanti e le metodologie applicate/sviluppate per la stima delle corrispondenti tipologie di carico potenziale.

Figura 2 - Relazione causale tra determinanti, pressioni e stato qualitativo delle acque e il ruolo dei modelli del territorio e di qualità delle acque.



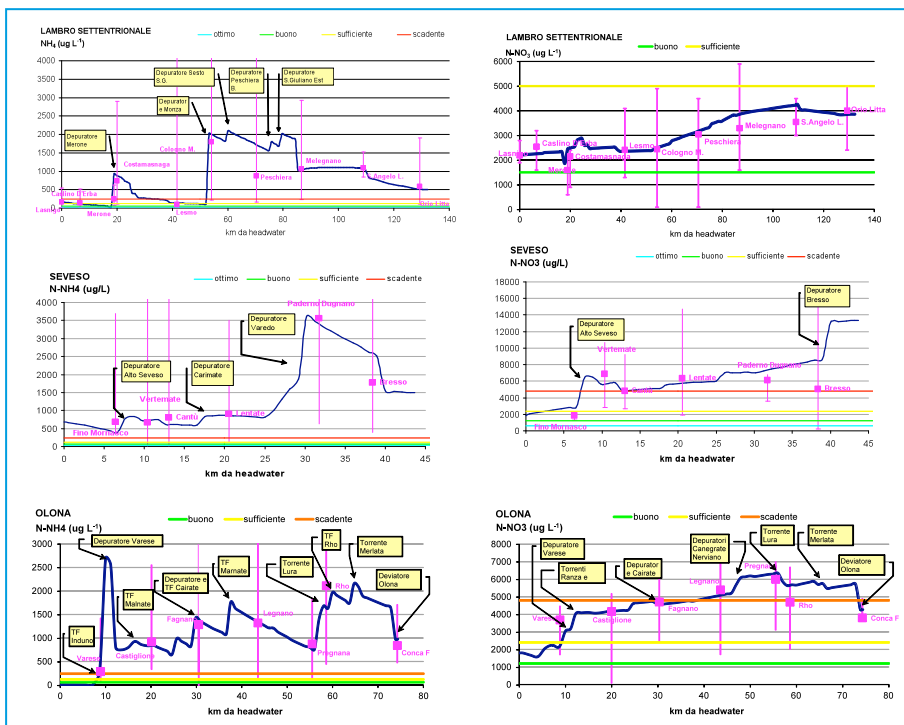
Tabella 1 - Tipologie di carico potenziale, metodologia utilizzata per la stima dei carichi e parametri stimati

| Carico Potenziale | | Metodo di Stima | Parametri Stimati |
|-------------------|-------------------------|--|--|
| Civile | Popolazione domiciliata | Elaborazione dell'Anagrafe dei Cittadini Assistiti dal Servizio Sanitario Regionale della DG Sanità. Metodologia di riferimento: PTUA. | BOD ₅ , COD, Azoto Totale, Fosforo Totale. |
| | Popolazione fluttuante | Uso come variabile proxy della produzione comunale mensile di RSU archiviata nel sistema ORSO (Osservatorio Sovraregionale Rifiuti) di ARPA Lombardia. Metodologia di riferimento: PTUA. | |
| Industriale | | Elaborazione dei dati sistema AIAP (Archivio Integrato delle Attività Produttive) di ARPA Lombardia. Metodologia di riferimento: PTUA. | AE, BOD ₅ , COD, Azoto Totale, Fosforo Totale, Sostanze prioritarie e pericolose. |
| Agricolo | | Elaborazione dei dati del SIARL (Sistema Informativo Agricolo Regione Lombardia) della DG Agricoltura e della carta di uso del suolo DUSAF2. Metodologia di riferimento: PTUA. | AE, Azoto Totale, Fosforo Totale. |
| Zootecnico | | Elaborazione dei dati dell'Anagrafe Zootecnica della DG Sanità. Metodologia di riferimento: PTUA e Direttiva Nitrati. | AE, Azoto Totale, Fosforo Totale. |

2.1 Analisi degli effetti della pressione antropica sui corsi d'acqua

I carichi valutati nell'ambito dello studio, attraverso stime o misure dirette dei carichi, i dati morfologici riguardanti le caratteristiche dell'alveo, i dati di qualità delle acque e di portata dei fiumi provenienti dalla rete di monitoraggio ARPA (23 stazioni di controllo) sono stati utilizzati per implementare il modello Qual2K (v. 2.11v8 – Chapra et al. 2008), sviluppato dall'US EPA (United States Environmental Protection Agency), per la simulazione della qualità fluviale. Il modello ha permesso la ricostruzione della qualità attuale dei corsi d'acqua del bacino LSO. Le simulazioni modellistiche riferite al triennio 2009-2011 hanno consentito di ricostruire l'andamento, in assenza di precipitazioni, dei carichi lungo le aste fluviali dei principali macroinquinanti (BOD₅, COD, solidi sospesi totali, forme azotate, fosforo totale, Escherichia Coli, solfati, cloruri), di alcuni microinquinanti di origine prevalentemente industriale (rame, zinco, cromo totale, piombo e nichel) e di valutarne la provenienza. Le analisi mostrano che le concentrazioni dei microinquinanti considerati, solo occasionalmente superano gli standard di qualità ambientale (SQA Standard di Qualità Ambientale - D.M. 260/2010) e che la loro origine può essere, nella maggior parte dei casi, attribuita a grossi impianti di depurazione che intercettano quote significative di carico industriale; mentre, sono i macroinquinanti a determinare le condizioni critiche in cui versano i corsi d'acqua oggetto dello studio. In figura 3 sono mostrati gli andamenti dei parametri N-NO₃ e N-NH₄ lungo le aste di Lambro, Seveso ed Olona. Entrambi i parametri sono prevalentemente attribuibili a fonti civili di inquinamento: il primo è un indicatore del carico proveniente da effluenti trattati in impianti di depurazione, il secondo è indice della presenza di scarichi di acque reflue non trattate o di trattamenti depurativi non efficienti nella rimozione del carico azotato (es. impianti obsoleti o sottodimensionati).

Figura 3 - Andamento di azoto ammoniacale ($N-NH_4$) e di azoto nitrico ($N-NO_3$) lungo le aste del bacino LSO (linea blu). In colore rosa sono indicati i dati di controllo provenienti dalle stazioni di monitoraggio ARPA utilizzati per la taratura del modello. Nei grafici sono anche indicate le sorgenti che determinano gli aumenti significativi del carico fluviale. Dati modellazione relativi agli anni 2009-2011



È stato inoltre quantificato il carico gravante su ogni sezione di monitoraggio del bacino LSO, ripartendo il carico per tipologia di fonte: corsi d'acqua affluenti, impianti di depurazione delle acque reflue urbane (depuratori), scarichi industriali, terminali di fognatura (Fig. 4). Per tutte le aste fluviali considerate, il carico proveniente dai depuratori, sia direttamente che indirettamente attraverso gli affluenti, costituisce il contributo inquinante più rilevante. Gli impianti di trattamento delle acque reflue (WWTPs) costituiscono il 91% del carico organico gravante sul sistema fluviale e il 99,4% del carico totale di azoto. Alla chiusura del bacino LSO (cioè alla confluenza con il fiume Po) l'apporto complessivo degli scarichi depurati rappresenta circa il 40% dell'intero deflusso fluviale. È importante sottolineare come sul sistema LSO, i depuratori siano costituiti da impianti di dimensioni differenti. I piccoli impianti (meno di 2.000 AE) costituiscono circa il 22% del totale, gli impianti di medie dimensioni (tra i 2.000 e i 10.000 AE) il 25% del totale. Il 43% degli impianti sono più grandi di 10.000 AE, mentre gli impianti superiori ai 600.000 AE sono meno del 10%. Tuttavia questi ultimi, essendo localizzati nella zona urbana di Milano, pur costituendo una pressione significativa in termini di carico, non influenzano lo stato di qualità delle acque del fiume, che all'altezza di Milano è già fortemente compromesso.

Figura 4 - Ripartizione dei carichi di azoto nitrico e azoto ammoniacale gravanti sul bacino LSO, nei diversi corpi idrici. Dati modellazione relativi agli anni 2009-2011



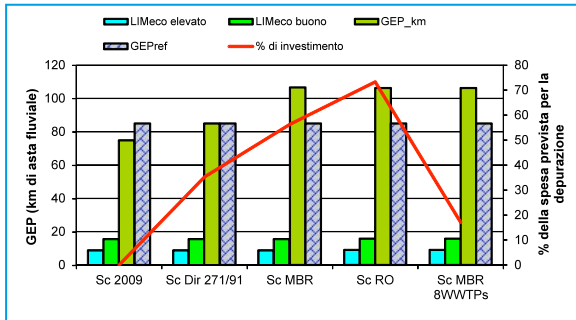
2.2 Scenari di riqualificazione per corsi d'acqua in bacini fortemente urbanizzati

Gli scenari di simulazione hanno consentito di valutare i limiti di concentrazione che dovrebbero essere attribuiti agli scarichi degli impianti di acque reflue urbane per ottenere lo stato di buona qualità chimica definito dall'indice LIMeco (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo Stato Ecologico). I limiti così individuati, molto restrittivi sul parametro azoto nitrico, difficilmente sarebbero raggiungibili con trattamenti convenzionali a fanghi attivi, solo un trattamento terziario di osmosi inversa (RO) potrebbe garantire il raggiungimento di quei livelli. Questa soluzione oltre ad avere costi di realizzazione molto elevati, in ragione della non selettività del trattamento, porterebbe al paradosso di una qualità buona per i parametri chimico-fisici in base all'indice LIMeco, ma troppo povera di ioni da mettere a rischio l'osmolarità di molti organismi acquatici e quindi la vitalità stessa dell'ecosistema fluviale. La Direttiva 2000/60/CE (Art. 4), prevede la possibilità, condizionata al rispetto di alcuni requisiti, che siano attribuiti obiettivi ambientali in deroga rispetto all'obiettivo generale del buono stato ecologico e chimico. Per quei corpi idrici, per cui sono fissati obiettivi in deroga, deve tuttavia essere assicurato il raggiungimento del miglior stato ecologico e chimico possibile (Buon Potenziale Ecologico) come obiettivo alternativo per lo stato di qualità. Nell'ambito dello studio, sono state individuate delle soglie chimiche obiettivo (Soglie Obiettivo) che garantiscono il Buon Potenziale Ecologico delle comunità ecologiche fluviali. Sono, inoltre, state considerate diverse ipotesi di intervento sui depuratori, valutate attraverso un indice GEP (Good Ecological Potential) ottenuto dall'aggregazione delle Soglie Obiettivo precedentemente calcolate. L'indice GEP permette di valutare i chilometri di fiume che hanno raggiunto le Soglie Obiettivo. Gli scenari di intervento valutati sono stati i seguenti:

1 SCENARIO Direttiva 271/91 (Dir. 271/91): prevede l'adeguamento degli impianti presenti, ai requisiti della Direttiva 271/91/CE (molti dei WWTPs esistenti hanno più di 20-30 anni di età e ancora non risultano del tutto conformi alla Direttiva 271/91/EC);

- 2 SCENARIO BIOREATTORI A MEMBRANA (MBR): prevede la sostituzione completa della tecnologia attuale con un trattamento secondario a membrana (MBR) in tutti gli impianti esistenti maggiori di 50.000 AE (Scenario MBR integrale);
- 3 SCENARIO OSMOSI INVERSA (RO): prevede l'aggiunta di un trattamento terziario a osmosi inversa, applicato al 50% della portata in tutti gli schemi depurativi convenzionali degli impianti maggiori di 50.000 AE;
- 4 SCENARIO BIOREATTORI A MEMBRANA SU 8 IMPIANTI: prevede il trattamento secondario a membrana (MBR) solo su 8 depuratori, scelti sulla base della loro posizione lungo le aste fluviali.

Figura 5 - Analisi costi efficacia degli scenari simulati



ritariamente utile applicare il trattamento MBR, al fine di ottenere un recupero fluviale paragonabile a quello dello scenario MBR "integrale", ma con un costo notevolmente inferiore. La figura 5 mostra i risultati dell'analisi di scenario con la percentuale stimata dei costi di investimento.

L'indice GEP consente di discriminare l'efficacia dei diversi scenari: lo scenario Dir. 271/91, consentirebbe il recupero di 85 km di fiume, lo scenario MBR porterebbe al recupero di 107 km (il 25% in più dello scenario Dir.271/91) e lo scenario RO di 106 km dei circa 300 Km che compongono il sistema LSO. Infine, la modellazione del sistema, ha consentito di individuare su quali impianti sia prioritariamente utile applicare il trattamento MBR, al fine di ottenere un recupero fluviale paragonabile a quello dello scenario MBR "integrale", ma con un costo notevolmente inferiore. La figura 5 mostra i risultati dell'analisi di scenario con la percentuale stimata dei costi di investimento.

3. CONCLUSIONI

Questo studio dimostra chiaramente la peculiarità del bacino Lambro, Seveso e Olona quale sistema sottoposto ad una elevata pressione antropica, che genera un carico inquinante non compatibile con i livelli obiettivo della qualità ecologica. Il recupero di bacini fortemente urbanizzati come questo, richiede una valutazione specifica delle potenzialità del sistema e, laddove opportuno, la definizione di obiettivi ecologici alternativi, che siano un compromesso tra gli obiettivi restrittivi di qualità chimica e i costi da sostenere.

BIBLIOGRAFIA

- Chapra, S.C., Pelletier, G.J., Tao, H., (2008). *QUAL2K: a Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.11: Documentation and Users Manual*. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.
- Azzellino A., Antonelli M., Canobbio S., Çevirgen S., Mezzanotte V., Piana A. and Salvetti R. 2013. *Searching for a compromise between ecological quality targets, social and ecosystem costs for heavily modified water bodies (HMWBs): the Lambro-Seveso-Olona system case study*. Water Science & Technology | in press | 2013

SEZIONE 3

SOLUZIONI E PROGETTI

INNOVATIVI PER LA GESTIONE

SOSTENIBILE DELLE ACQUE

- ***Gestione delle acque e degli scarichi urbani: la necessità di innovare approcci e tecniche***
G. Conte - Ambiente Italia srl, F. Masi - IRIDRA
- ***Nuove strategie per l'uso efficiente dell'acqua negli edifici residenziali, risparmiare acqua in casa per risparmiarla in città***
R. Farina - ENEA
- ***Drenaggio delle acque meteoriche e rischio di allagamento in area urbana***
G.T. Aronica - Università di Messina, A. Palla e L.G. Lanza - Università degli Studi di Genova
- ***Controllo degli scarichi di piena delle reti di drenaggio urbano mediante vasche di pioggia***
U. Sanfilippo - Politecnico di Milano, A. Paoletti - ETATEC srl e G. Becciu - Politecnico di Milano
- ***Gestione delle acque di prima pioggia in Emilia-Romagna***
G. Bardasi, E. Dal Bianco - ARPA Emilia-Romagna, M. Maglionico - Università di Bologna
- ***Sistemi di tipo diffuso per il contenimento del deflusso delle acque meteoriche***
G. Becciu - Politecnico di Milano, A. Paoletti - ETATEC srl, U. Sanfilippo - Politecnico di Milano
- ***PALM - Come definire il livello di perdita ottimale in una rete idrica***
A. Bettin - Sgi Studio Galli Ingegneria Spa, D. Rogers - Dewi Srl , C. Serrani - Sps Srl
- ***Efficientamento del sistema di controllo delle perdite d'acqua nelle reti idriche dell'Acquedotto Pugliese***
A. Carbonara - Acquedotto Pugliese S.p.A., M.C. De Mattia - ARPA Puglia
- ***Recupero di energia termica dalle acque reflue***
S.S. Cipolla, M. Maglionico - Università di Bologna, Scuola di Ingegneria e Architettura, Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali
- ***Il riuso delle acque reflue depurate come contributo alla sostenibilità delle aree urbane***
A. Bianco e S. Salvati - ISPRA
- ***Riutilizzo delle acque reflue urbane depurate: stato attuale e scenari futuri nelle province pugliesi***
M. C. De Mattia - ARPA Puglia
- ***Il progetto GELSO - GEstione Locale per la Sostenibilità - il portale delle buone pratiche per la sostenibilità locale sulle risorse idriche***
P. Franchini, S. Viti, S. Venturelli - ISPRA

GESTIONE DELLE ACQUE E DEGLI SCARICHI URBANI: LA NECESSITÀ DI INNOVARE APPROCCI E TECNICHE

G. CONTE¹, F. MASI²

¹ Ambiente Italia Srl, ² Iridra Srl

ABSTRACT

Dopo il referendum che ha decretato che la gestione del “servizio idrico integrato” rimanga in mano pubblica, i problemi delle acque Italiane restano ancora tutti sul tavolo. Alcuni sono noti a tutti: le dispersioni nella rete di adduzione e distribuzione e la necessità di completare i sistemi depurativi. Altri – non meno importanti – sono quasi sconosciuti: consumi civili molto elevati, anche al netto delle perdite (un abitante di Milano, Roma o Catania consuma il doppio di un abitante di Heidelberg o Saragozza); aree urbane troppo impermeabilizzate, fogne miste, che drenano in un'unica rete piogge e scarichi. È evidente la necessità urgente di intervenire nel settore idrico: non solo rinnovando le reti e completando l'infrastruttura depurativa dove ancora manca, ma anche diffondendo approcci e tecniche innovativi: sanitari a basso consumo, sistemi per la raccolta della pioggia e il recupero delle acque grigie, soluzioni urbanistiche ed edilizie per ridurre l'impatto ambientale delle piogge, sistemi di depurazione decentrata che riducano l'impatto degli scarichi e permettano il riuso dei reflui per usi urbani meno esigenti.

In questo articolo si propongono alcune idee - emerse anche attraverso il progetto Life+ WATA-CLIC - per innovare la cultura degli operatori del Servizio Idrico Integrato, degli amministratori pubblici responsabili delle scelte territoriali e urbanistiche e degli utenti finali.

Parole chiave: risparmio, riciclo, acque grigie, SUDS, fitodepurazione.

1. I PROBLEMI DELLE ACQUE URBANE

La gestione dell'acqua, dunque, resterà (o tornerà) pubblica. L'ha deciso il popolo sovrano che è tornato alle urne dei referendum dopo 16 anni di assenza. È un segnale chiaro e importante per le scelte riguardanti gli assetti societari dei gestori e le modalità per sceglierli. Ma i problemi restano tutti lì dove erano e a questo punto tocca a noi cittadini risolverli (il “pubblico”, che ci piaccia o no, siamo tutti noi). Proviamo ad esaminarli allora questi problemi, perché non è detto che il quadro sia chiaro a tutti.

Alcuni li conosciamo bene, se ne è parlato anche durante il dibattito (per quanto asfittico e ideologico) che ha preceduto il referendum: le dispersioni nella rete di adduzione e distribuzione - che già alla fine del secolo scorso erano elevate (27%) ma secondo i dati ISTAT hanno raggiunto nel 2008 il valore record del 39% - e il completamento della depurazione (circa il 30% della popolazione ancora da servire). Ma perdite e carenza depurativa non sono i soli e probabilmente nemmeno i più importanti problemi delle acque in Italia. Il problema maggiore è certamente la qualità delle acque nei fiumi e nelle falde italiane. Nonostante 35 anni di politiche di tutela (la Legge Merli risale al 1976) oltre la metà dei fiumi Italiani è ancora molto lontano dal “buono stato ambientale” che dovrebbero raggiungere entro il 2015 (D.Lgs. 152/06). I dati sulle acque di falda sono meno noti ed omogenei, ma certamente in ampie porzioni del paese – tipicamente la Pianura padana – la condizione delle acque di falda è peggiore delle acque di superficie.

La causa di questa situazione non può essere imputata al mancato completamento della rete depurativa, infatti il problema si manifesta anche in aree dove la percentuale di abitanti allacciati ai depuratori supera il 90%, ed è limitata a piccoli centri e case sparse che spesso scaricano in modo autonomo, non essendo allacciati alla rete fognaria. Una causa del cattivo stato di qualità è certamente legata ai consumi idrici elevati: preleviamo da fiumi e falde una portata troppo grande rispetto e quella che lasciamo alla circolazione naturale, che è insufficiente – almeno in alcune stagioni – a garantire la diluizione degli inquinanti. Il problema riguarda innanzitutto gli usi agricoli che costituiscono più del 60 % dei consumi idrici nazionali. Ma i consumi sono elevati anche negli usi civili, che oggi rappresentano solo il 20% dei consumi idrici italiani ma sono l'unico settore ancora in crescita: dal 1987 al 2008 l'acqua prelevata per essere distribuita nelle nostre città è cresciuta di più del 10%, raggiungendo i 9 miliardi di metri cubi l'anno; un miliardo in più rispetto al 1987.

L'inefficienza delle reti di distribuzione non è la sola causa di prelievi così elevati. I consumi domestici medi nelle città italiane sono tra i maggiori d'Europa, con valori che spesso superano i 200 litri/abitante/giorno mentre in città come Saragoza o Heidelberg sono ormai vicini ai 100.

**Tabella 1 - Consumi idrici domestici in alcune città europee
(in litri abitante giorno, anno 2007)**

| | | | | | |
|-----------|-----|---------------|-----|------------|-----|
| Bristol | 294 | Tampere | 190 | Nicosia | 143 |
| Parigi | 287 | Venezia | 179 | Madrid | 140 |
| Patrasso | 285 | Aalborg | 179 | Turku | 139 |
| Torino | 243 | Riga | 176 | Praga | 127 |
| Roma | 221 | Goteborg | 173 | Hannover | 125 |
| Stoccolma | 210 | Palermo | 169 | Aarhus | 120 |
| Lione | 209 | Berlino | 163 | Copenaghen | 119 |
| Catania | 214 | Helsinki | 162 | Barcellona | 118 |
| Napoli | 207 | Grande Londra | 159 | Anversa | 108 |
| Oslo | 200 | Firenze | 155 | Bruxelles | 108 |
| Genova | 199 | Bari | 154 | Saragozza | 104 |
| Verona | 199 | Vienna | 152 | Heidelberg | 103 |
| Milano | 191 | Bologna | 149 | | |

Fonte: Berrini e Bono 2007

Il consumo idrico elevato provoca un secondo importante problema: produce scarichi molto diluiti, che sono più difficili da depurare. I liquami che arrivano ai nostri impianti di depurazione hanno spesso concentrazioni di BOD dell'ordine dei 100 mg/l valori largamente inferiori a quelli che i manuali di ingegneria sanitaria definiscono come "liquami deboli", poco concentrati.

I cittadini italiani sembrano essersi resi conto di consumare troppa acqua, come dimostra il fatto che gli ultimi dati ISTAT relativi al 2008 rilevano una riduzione dei volumi erogati all'utenza. Quelli che non sembrano essersene accorti sono le Autorità e i gestori: i Piani d'Ambito approvati fin'ora non prevedono mai una riduzione dei consumi, anzi secondo la maggior parte di essi i volumi erogati sono destinati a crescere. Molto poco al Centro/Nord, maggiormente al Sud ma comunque si prevede un incremento a livello nazionale di circa il 3% in 10 anni.

Tabella 2 - Previsioni di evoluzione dei volumi erogati

| Area geografica | 2010 | 2011 | 2012 | 2015 | 2020 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nord-Ovest | 1.680.972 | 1.683.318 | 1.685.425 | 1.692.761 | 1.706.364 |
| Nord-Est | 1.164.586 | 1.168.104 | 1.171.207 | 1.182.453 | 1.194.374 |
| Centro | 1.009.861 | 1.011.690 | 1.013.613 | 1.018.605 | 1.026.541 |
| Sud | 1.141.490 | 1.148.554 | 1.156.221 | 1.174.148 | 1.189.649 |
| Isole | 572.729 | 584.304 | 595.784 | 606.009 | 613.876 |
| ITALIA | 5.569.638 | 5.595.970 | 5.622.250 | 5.673.976 | 5.730.804 |

Fonte: UTILITATIS, 2010¹

Infine un problema sempre più evidente delle nostre città riguarda la gestione delle piogge. Le alluvioni che si registrano ormai tutti gli anni su e giù per la penisola sono solo la punta dell'iceberg di un fenomeno complesso evolutosi in oltre mezzo secolo e dovuto in gran parte all'urbanizzazione e al conseguente cambiamento della risposta idrologica del territorio. Il problema non è solo idraulico ma riguarda anche l'inquinamento delle acque: secondo alcune stime² il carico inquinante proveniente dagli sfioratori fognari che si attivano in occasione delle piogge ha largamente superato quello dovuto agli abitanti non allacciati alla rete depurativa.

2. IL NODO DELLE TARIFFE

Le tariffe idriche italiane – pur molto variabili tra città e città – sono tra le più basse d'Europa e di gran parte del mondo, come evidenziano da tempo i dati OCSE e conferma uno studio recentemente pubblicato dal Global Water Intelligence³. Nella tabella che segue sono riportate le previsioni di crescita della Tariffa Reale Media (il costo medio a metro cubo che include tutti i servizi, acquedotto, fognatura e depurazione) in 5 ambiti rappresentativi delle realtà territoriale italiana.

Tabella 3 - Previsioni di evoluzione delle tariffe in 5 ATO rappresentativi della realtà italiana

| Area geografica | 2010 | 2011 | 2012 | 2015 | 2020 |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| ATO 3 - Torinese | 1,24 | 1,30 | 1,35 | 1,50 | 1,53 |
| ATO GE - Genova | 1,71 | 1,79 | 1,88 | 2,11 | 2,13 |
| ATO 3 - Medio Valdarno | 1,93 | 2,03 | 2,00 | 2,10 | 1,98 |
| ATO Unico - Puglia | 1,44 | 1,51 | 1,54 | 1,61 | n.d. |
| ATO 2 - Catania | 1,27 | 1,33 | 1,37 | 1,54 | 1,36 |
| Media campione | 1,46 | 1,53 | 1,57 | 1,69 | 1,70 |
| Media nazionale | 1,37 | 1,42 | 1,46 | 1,56 | 1,63 |

Fonte: UTILITATIS, 2010

1 I dati esposti nella tabella 2 si riferiscono ad una stima della previsione dei volumi erogati estesa all'intero territorio nazionale, che ha come fondamento il dato rilevato su 130 Piani d'Ambito approvati corrispondenti alla pianificazione di 82 Ambiti che esprime una domanda di risorsa relativa a tutti gli usi soddisfatti dai gestori del Servizio Idrico integrato (SII), ovvero domestici e non domestici fra i quali a titolo di esempio vi sono gli usi commerciali, artigiani, industriali, enti pubblici e comunità, etc.

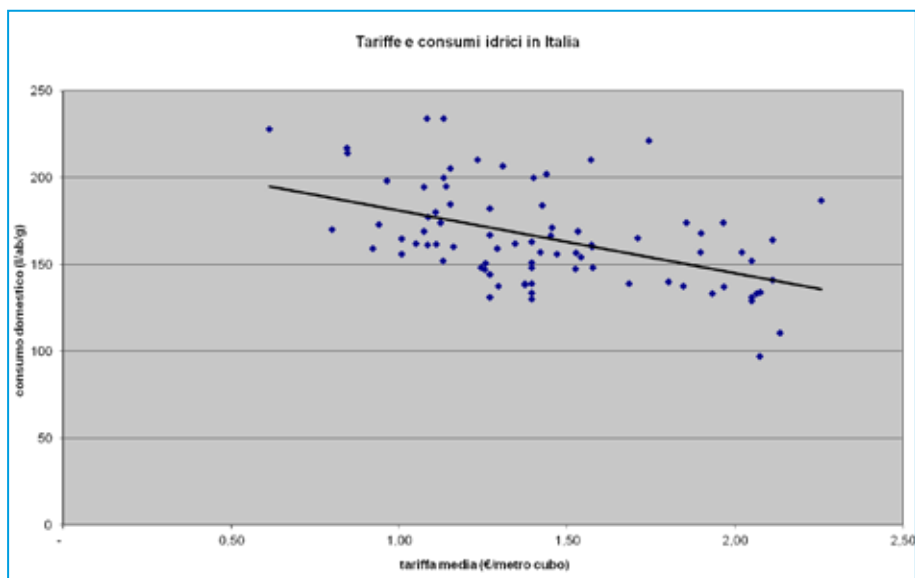
2 Si veda in proposito, ad esempio, il Piano di Tutela della Regione Emilia Romagna.

3 Su 19 paesi con economie importanti l'Italia si colloca tra quelle in cui l'acqua costa meno - 1,81 US\$/metro cubo - superata solo da Russia, Corea del Sud, Messico, Cina e India (www.globalwaterintel.com).

Ne emerge innanzitutto una conferma delle differenze esistenti tra ambiti, con un valore al 2010 che va da 1,24 € dell'ATO Torinese, a 1,93 € del Medio Valdarno, differenza che, secondo le proiezioni dei Piani d'Ambito, tende a conservarsi nel tempo. Ma andando a confrontare i valori delle tariffe idriche con i consumi domestici delle più importanti città servite negli stessi ambiti emerge anche una relazione diretta tra gli ambiti con tariffe più basse e le città con consumi più elevati (Catania e Torino). Tale relazione appare confermata a livello nazionale se si correlano per le città capoluogo di Provincia i dati ISTAT sui consumi domestici con i le tariffe idriche, secondo una recente indagine realizzata da Federconsumatori (Figura 1).

Questa relazione è soggetta a due letture. Da una parte è la conferma che tariffe più elevate spingono i cittadini verso una maggiore efficienza. Ma la seconda lettura ci dice che, dal punto di vista della sostenibilità economico-finanziaria del servizio idrico, i gestori di ambiti che presentano consumi idrici elevati, possono permettersi tariffe idriche più basse, con ovvio maggior gradimento da parte dei cittadini serviti. In altre parole: gestori scarsamente efficienti nell'uso della risorsa non solo non vengono in alcun modo puniti dall'attuale meccanismo di valutazione del servizio, ma addirittura sono premiati perché possono permettersi di tenere le tariffe più basse, rispetto a gestori più attenti all'efficienza.

Figura 1 - Correlazione tra consumo domestico e tariffe idriche



Fonte: Conte et al 2012

Anche il rapporto UTILITATIS mette in evidenza il problema quando sottolinea che *“La variabile “volumi erogati” assume, infatti, un ruolo strategico ai fini della determinazione della tariffa, fungendo da moltiplicatore dei ricavi afferenti il servizio, il che può condurre ad una situazione in contrasto rispetto a quanto auspicato a livello comunitario. Al riguardo, si ricorda che la Direttiva Quadro sulle acque n. 2000/60/CE stabilisce che “le politiche dei prezzi dell’acqua devono essere adottate in modo tale da incentivare un uso efficiente delle risorse idriche da parte degli utenti, contribuendo al raggiungimento di obiettivi ambientali” (art. 9, comma 1, par. 2), tra i quali rientra, normalmente, il contenimento dei consumi.”*

3. LE STRATEGIE PER ANDARE VERSO UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE⁴

Dal quadro presentato emerge chiaramente la necessità di ripensare le politiche idriche urbane, se vogliamo mantenere gli impegni previsti dalla Direttiva Quadro sulle acque e raggiungere gli obiettivi di "buono stato" dei corpi idrici. La riforma avviata nel 1994 con la legge "Galli" (L.36/94) ha certamente dato un importante contributo a migliorare il servizio idrico, in particolare per ciò che riguarda la sicurezza e la qualità dell'approvvigionamento e la realizzazione dell'infrastruttura fognario/depurativa di base. Oggi però è necessario superare l'approccio delle "grey infrastructure", figlio di quella legge, e pensare a nuove soluzioni, integrate con la nuova politica delle acque che discende dall'attuazione della Direttiva 2000/60. La necessità di nuovi interventi, ad oggi non previsti dai Piani d'Ambito, emergerà progressivamente, man mano che risulterà evidente l'impossibilità di raggiungere gli obiettivi di qualità delle acque individuati dai nuovi strumenti di pianificazione Regionale e di distretto idrografico. Tali interventi riguarderanno certamente il servizio idrico integrato (riduzione delle perdite degli acquedotti, completamento delle reti depurative, miglioramento dell'efficienza dei depuratori, soluzioni per i carichi veicolati dagli sfioratori, riuso delle acque depurate) ma non solo esso. Sono infatti necessarie misure da applicare in tutti i contesti urbani che favoriscano da un lato una riduzione dei consumi idrici (risparmio, raccolta e uso dell'acqua di pioggia, separazione, trattamento e riuso delle acque grigie) dall'altro una riduzione dell'afflusso delle piogge in fogna (tetti verdi, pavimentazioni permeabili, sistemi di accumulo delle acque di pioggia). Tali misure richiedono, per essere attuate, un profondo rinnovamento della struttura urbana, che coinvolge pubbliche amministrazioni, il mondo dell'urbanistica e delle costruzioni e, infine, i cittadini, che saranno chiamati ad una sempre maggiore responsabilità verso la gestione dell'acqua.

Attualmente il dibattito sull'attuazione dell'esito referendario si concentra sugli aspetti economico finanziari: come restituire nelle mani pubbliche le proprietà delle aziende che, negli anni scorsi, sono state aperte ai capitali privati? Da dove prendere le risorse per gli ingenti investimenti necessari per completare (e dovremmo aggiungere rinnovare!) le infrastrutture per il servizio idrico integrato? Su quest'ultima domanda, alcune interessanti proposte sono state formulate recentemente da Antonio Massarutto⁵, uno dei maggiori esperti in politiche idriche, cui si rimanda per approfondimenti. Ma dal quadro presentato fin'ora appare evidente che non è solo un problema finanziario; che le cose da fare non si limitano affatto a ridefinire gli assetti proprietari degli enti di gestione o anche a riformare i meccanismi di finanziamento del Servizio Idrico Integrato, ma riguardano le modalità con cui si pianifica il settore idrico (i Piani d'Ambito, ma anche gli altri Piani ad esso connessi) e abbracciano anche le politiche territoriali in senso ampio e quelle urbanistiche e di difesa del suolo in particolare. Si tratta di un cambiamento profondo che richiederà in qualche caso una revisione della normativa ed in altri il progressivo aggiornamento delle pratiche amministrative.

È necessario innanzitutto innovare la cultura tecnica del settore idrico, storicamente orientata a massimizzare la disponibilità di risorse per i diversi usi. Solo negli ultimi 50 anni abbiamo cominciato a studiare soluzioni che permettano l'uso delle acque senza alterare gli ecosistemi acquatici e i cicli biogeochimici globali. Oggi l'innovazione tecnica per la gestione sostenibile delle acque è ormai consolidata a livello scientifico (Conte, 2008): gestione delle reti di distribuzione a pressione variabile, telecontrollo, sistemi per il rilevamento perdite, raccolta e utilizzo delle acque di pioggia, separazione, trattamento e riuso delle acque grigie, tecniche depurative naturali per il trattamento decentrato e il riuso degli scarichi, sistemi di "sanitation" a secco e di raccolta separata delle urine, sistemi di drenaggio sostenibile (SUDS). È necessario che tutto ciò entri a

4 Alcune considerazioni riportate nel seguente paragrafo sono tratte dal "Documento di Proposte" elaborato nell'ambito del progetto WATACLIC e presentate a Roma il 16 Ottobre 2012, in occasione della conferenza *WATER Against CLimate Change: Innovare la gestione dell'acqua in città, rispondere al cambiamento climatico*.

5 Si veda ad esempio il suo volume *Privati dell'acqua? Tra bene comune e mercato* (Il Mulino 2011) o il suo articolo su www.lavoce.info del Febbraio 2012 <http://www.lavoce.info/articoli/pagina1002842.html>.

far parte dei programmi di istruzione superiore ed universitaria di settore (geometri, ingegneri, architetti) e sia oggetto della riqualificazione professionale degli addetti ai lavori (tecnici e funzionari degli enti gestori e degli enti pubblici, ma anche di progettisti e pianificatori urbani). Per favorire da parte dei gestori l'adozione di tecniche e approcci più sostenibili è necessario prevedere meccanismi di premi e penalizzazioni in ragione delle "prestazioni ambientali" di ciascun gestore. Oggi l'attività del gestore viene valutata (quando viene valutata) in ragione della qualità del servizio offerto ai cittadini (costanza del servizio, qualità dell'acqua recapitata, tempi di intervento in occasione di guasti, ecc.). È necessario prevedere meccanismi di valutazione delle prestazioni del servizio anche rispetto all'ambiente, imponendo che per ogni ambito territoriale vengano elaborati e periodicamente aggiornati e resi pubblici dati quali:

- Perdite specifiche (per Km di rete) e ILI (Infrastructure Leakage Index): consentono, a differenza della perdita assoluta, di confrontare tra loro sistemi acquedottistici con caratteristiche diverse;
- Indicatori di efficienza energetica: rapportano l'energia consumata ad un valore minimo di riferimento, come ad esempio il WSEE (Water Supply Energy Efficiency - Lenzi et al., In press), che, per le reti di approvvigionamento idrico, permette di valutare l'efficienza energetica globale del sistema, distinguendo anche il contributo delle principali componenti in gioco (impianti, infrastruttura e perdite idriche);
- Carico inquinante non trattato (perché non allacciato, perché sfiorato in tempo di pioggia, per eccessiva diluizione delle acque di scarico in ingresso ai depuratori);
- Stato ambientale dei corpi idrici interessati dai prelievi e a monte e a valle degli scarichi dei depuratori pubblici (anche quando tutto il carico viene trattato non è detto che basti per avere corpi idrici in "buono stato").

Sulla base di tali parametri sarebbe possibile definire standard di "performance ambientale" del Servizio Idrico Integrato. Rendere pubblico il confronto di tali performance potrebbe, di per se, costituire uno stimolo al miglioramento da parte dei gestori (attraverso l'effetto "name, fame, shame", utilizzato da tante "classifiche" in campo ambientale). Ancora più efficace potrebbe essere la messa a punto di un meccanismo amministrativo che permetta di premiare o punire i gestori (e il relativo management) in funzione della performance ambientale raggiunta (tenendo conto, però, delle specificità territoriali).

È necessario poi innovare profondamente la progettazione urbanistica ed edilizia, per promuovere tecniche e soluzioni che permettano una gestione idrica più sostenibile. Secondo i dati forniti dall'Osservatorio Nazionale sui Regolamenti Edilizi di CRESME e Legambiente, oggi solo 530 Comuni su 8.092, hanno nei propri regolamenti edilizi prescrizioni riguardanti la gestione delle acque. La gran parte dei regolamenti che si occupano del tema puntano - in modo più o meno corretto ed efficace - a favorire la pratica della raccolta della pioggia. Il concetto di separazione tra acque grigie e nere è ancora sostanzialmente sconosciuto in Italia a chi si occupa di urbanistica ed edilizia, così come gran parte delle tecniche per la gestione sostenibile delle piogge (i cosiddetti SUDS). Alcune Regioni e Province si sono recentemente attivate in varie forme (attraverso Norme Regionali, piani territoriali di coordinamento provinciali - PTCP, linee guida tecniche) per promuovere l'innovazione nel settore, ma con risultati ancora modesti. Certamente un ruolo centrale in questo campo lo hanno le Regioni: è la normativa urbanistica regionale lo strumento principe che potrebbe, a cascata, avere effetti sui PTCP e sui Piani di governo del territorio Comunali. Qualcosa però, potrebbe essere fattibile anche a livello centrale: guardiamo al caso della Germania, certamente il paese europeo dove l'innovazione in questo settore è più avanzata e diffusa. Se i casi di Potsdamer Platz a Berlino o del quartiere Kronsberg ad Hannover (tra gli esempi più citati al mondo di "best practice" di gestione idrica urbana) sono dovuti alla altissima professionalità in campo ambientale dei progettisti e delle loro controparti pubbliche, la grande diffusione di tetti verdi e di sistemi di raccolta della pioggia in Germania è legata ad un sistema di tassazione degli immobili che tiene conto degli effetti della impermeabilizzazione: più superficie impermeabilizzata, più paghi. Perché non fare qualcosa di simile anche in Italia?

Infine, ma non in ordine di importanza, è necessario prevedere strumenti economici che scorag-

gino consumi eccessivi e facilitino l'adozione da parte dei cittadini e delle imprese di pratiche e tecnologie che permettano un uso più razionale. È evidente che una strategia volta a razionalizzare i consumi idrici ed a favorire il ricorso all'innovazione tecnologica (raccolta della pioggia, trattamento e riuso delle acque grigie, tetti verdi e altre coperture permeabili), deve ricorrere, da un lato al segnale di prezzo, dall'altro all'incentivazione diretta delle tecniche eco-compatibili (come avviene, ad esempio, per il risparmio energetico attraverso gli sgravi fiscali nelle ristrutturazioni edilizie). Inoltre, adeguare le tariffe idriche a quelle dei paesi europei con condizioni economiche simili all'Italia, è necessario anche per sostenere gli ingenti investimenti necessari per migliorare distribuzione idrica e rete depurativa. È però necessario che tale adeguamento tenga conto della equità e "sostenibilità sociale" delle tariffe applicate, evitando – soprattutto in tempi di crisi – di gravare sulle fasce più povere di popolazione. Lo schema ideale per tenere insieme le diverse esigenze è quello di una tariffa binomia, costituita di una parte fissa, applicata all'utenza (eventualmente differenziata sulla base di indicatori reddituali o patrimoniali, come il valore catastale), ed una parte volumetrica, applicata "pro capite" ai residenti dell'utenza (la tariffa "procapite" è applicata nell'ATO di Bologna dal 2009). La parte volumetrica, dovrebbe prevedere una tariffa agevolata su un primo scaglione⁶ ed un secondo scaglione ad un prezzo accessibile a tutti (ancorché mediamente superiore all'attuale), per consumi che rientrino nei "valori obiettivo" da fissare – ambito per ambito – tenendo conto delle specificità locali⁷. Consumi superiori al valore obiettivo dovrebbero essere fortemente penalizzati da un sensibile aumento di prezzo.

BIBLIOGRAFIA

Berrini M., Bono L., (a cura di) 2007. *ECOSISTEMA URBANO EUROPA: Valutazione integrata della sostenibilità delle principali città europee a confronto con le 12 grandi città italiane*. Ambiente Italia – DEXIA. www.ftsnet.it/documenti/183/ECOURB-UE07-FINALREPORT-IT6.pdf.

Conte G., 2008. *Nuvole e sciacquoni: come usare meglio l'acqua, in casa e in città*. Edizioni Ambiente Milano.

Conte, G.; Bolognesi, A.; Bragalli, C.; Branchini, S.; De Carli, A.; Lenzi, C.; Masi, F.; Massarutto, A.; Pollastri, M.; Principi I. 2012. "Innovative Urban Water Management as a Climate Change Adaptation Strategy: Results from the Implementation of the Project "Water Against Climate Change (WATACLIC)" ." *Water* 4-2012, no. 4: 1025-1038.

Lenzi C., C. Bragalli, A. Bolognesi, S. Artina (In press). "From energy balance to energy efficiency indicators including water losses". *Wat. Sci. & Tech. – Water Supply*, IWA Publishing.

UTILITATIS 2010. *Studio ed elaborazione di un quadro operativo per l'impianto gestionale dei servizi pubblici locali*. Presidenza del Consiglio dei Ministri. Dipartimento Affari Regionali. Organismo Intermedio PON. "Governance e Azioni di Sistema 2007-2013". Asse E Obiettivo Specifico 5.2.

6 Che potrebbe far riferimento ai primi 50 litri/giorno per abitante, considerati universalmente come la quantità minima per vivere dignitosamente.

7 Che tengano conto anche dei problemi di eccessiva diluizione degli scarichi.

NUOVE STRATEGIE PER L'USO EFFICIENTE DELL'ACQUA NEGLI EDIFICI RESIDENZIALI: RISPARMIARE ACQUA IN CASA PER RISPARMIARLA IN CITTÀ

R. FARINA

ENEA, AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Unità Tecnica Modelli, Metodi e Tecnologie per le Valutazioni Ambientali, UTVLAMB-IDR Laboratorio Protezione e Gestione della Risorsa Idrica

ABSTRACT

Il riuso delle acque grigie e meteoriche nelle abitazioni ad uso civile è un problema dibattuto da diversi anni. Le tecnologie sono oramai pronte e disponibili, la loro applicazione all'interno delle abitazioni è prevalentemente un problema di informazione e di accettabilità tecnica ed economica. Negli edifici nuovi è sicuramente più semplice implementarle rispetto all'esistente ed è proprio in quest'ultimo caso che bisogna giocare la sfida maggiore.

Parole chiave: Water Building Efficiency, risparmio, riuso, raccolta acque nere, acque grigie, acque meteoriche, acque gialle, recupero energia.

1. INTRODUZIONE

Pur non essendo il principale utilizzatore di acqua in questi ultimi anni si sta ponendo una grande attenzione ai consumi idrici nel settore civile.

Negli ultimi dieci anni a fronte di una costante campagna di sensibilizzazione sul risparmio dell'acqua i consumi in Italia per il solo settore civile sono aumentati del 2.6% (Ambiente Italia, 2012). In Italia l'acqua erogata si attesta mediamente a circa 252 l/ab/giorno mentre l'acqua effettivamente consumata, sarebbe meglio forse dire pagata, da ogni singolo utente si attesta su valori di circa 180 l/ab/giorno (Ecosistema Urbano, 2011). Questi dati collocano i cittadini italiani sicuramente tra i maggiori consumatori di acqua potabile, pur non raggiungendo i livelli di Bristol con 294 l/ab/giorno. Città come Berlino 163 l/ab/giorno, Londra 159 l/ab/giorno, Madrid 140 l/ab/giorno, o Heidelberg che con 103 l/ab/giorno la città con i minori consumi in Europa, riescono a mantenere bassi i consumi pur mantenendo un servizio adeguato alle necessità della popolazione. Prestazioni così elevate si raggiungono con una serie di azioni che sono di sensibilizzazione dell'utenza, migliori e maggiori manutenzioni della rete, implementazione di tecnologie per il risparmio e riuso, e gestione della tariffa come strumento di stimolo alla riduzione dei consumi. Con una tariffa a scaglioni più che proporzionali ad esempio l'utente finale può essere maggiormente stimolato a prendere in considerazione l'implementazione di quelle nuove tecnologie che permettono di abbattere i consumi idrici in un edificio civile, contemporaneamente anche il gestore deve essere premiato o eventualmente sanzionato per il miglioramento dell'efficienza della propria rete.

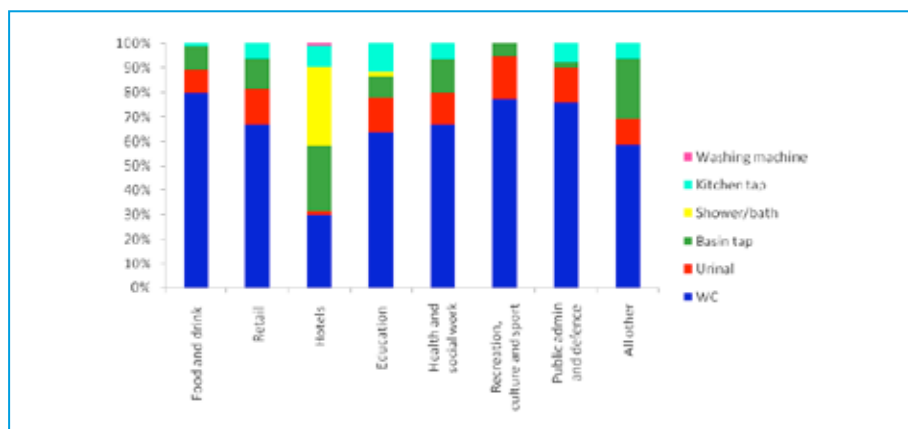
Una rimodulazione dei consumi idrici negli edifici residenziali è indispensabile oltre che per rendere più sostenibili le nostre città anche per ottemperare alla direttiva quadro sulle acque

(2000/60/CE) la quale indica come uno degli obiettivi da perseguire l'uso di acque di qualità adeguata. Questo significa anche che per l'irrigazione del giardino o per il risciacquo del vaso nel WC debba essere utilizzata acqua di minore pregio.

Recentemente la Commissione Europea (Bio Intelligent service, 2012) ha commissionato uno studio per valutare quali sono i consumi idrici negli edifici ad uso civile e quali possono essere le strategie migliori per rendere questi edifici efficienti. Da questo studio sono emersi alcuni aspetti interessanti, alcuni già noti, altri invece di grande interesse nello sviluppo di nuove politiche per l'acqua.

Negli edifici residenziali i maggiori consumi di acqua solo legati all'igiene del corpo 35% e al flussaggio dei WC 25% mentre lavatrice e lavastoviglie assieme superano di poco il 20%, e per la cottura del cibo e l'abbeveramento è necessario solo il 5% dell'acqua. Nel settore non residenziale invece, la situazione dei consumi varia considerevolmente in funzione della tipologia di struttura considerata come si può vedere nella Fig. 1. È evidente come in questi edifici i consumi di acqua dipendano per la maggior parte dall'utilizzo dei servizi igienici, mentre per gli altri usi i consumi sono relativamente piccoli.

Figura 1 - Consumi di acqua negli edifici non residenziali



Fonte: MTP, Domestic water consumption in domestic and non-domestic properties, DEFRA/AEA, 2008

Un'eccezione a questo schema generale è rappresentata dagli alberghi dove le acque di doccia e lavabi rappresentano oltre il 50% dei consumi. Questa osservazione è di particolare importanza in quanto proprio gli alberghi, che vengono rinnovati con una certa frequenza e che potrebbero centralizzare un sistema di trattamento delle acque grigie, potrebbero dare un grosso contributo alla diffusione di tecnologie di riuso tenendo conto che i grossi volumi di acqua mediamente in gioco in questo caso renderebbero implementabile anche un sistema per il recupero del calore.

Strategie di sovvenzionamento quali quelle applicate per l'efficientamento energetico potrebbero aiutare l'implementazione di interventi di efficientamento idrico. Vale la pena ricordare che un intervento di efficientamento idrico distribuito sul territorio permette non solo di risparmiare acqua, ma permette di evitare quegli investimenti che altrimenti andrebbero fatti sia alle strutture acquedottistiche che a quelle fognarie e depurative al fine di adeguarle alle nuove e crescenti esigenze.

2. SVILUPPO DELLA CONSAPEVOLEZZA DEI CONSUMI

La prima e più semplice strategia che può essere attuata per una riduzione dei consumi è la consapevolezza di quanto si sta consumando e dove lo si sta facendo. Questo lo si può fare con piccoli accorgimenti e un po' di attenzione. Per i meno attenti sul mercato si stanno affacciando

sistemi che permettono di avere una lettura dei consumi direttamente al computer attraverso una normale rete ethernet domestica. È ovvio che questi sistemi richiedono la presenza di un sistema di misura e pertanto sono abbastanza semplici e vantaggiosi da installare a livello condominiale, dove sono già presenti i contatori per l'acqua calda e fredda, diventa un po' più impegnativo installarli in tutte le utenze domestiche anche se possono dare risultati estremamente interessanti in termini di consapevolezza dei consumi.

Figura. 2 - Sistema Amphiro A1 per misurare quantità di acqua e energia consumata durante la doccia



Fonte: <http://www.amphiro.com/>

Esiste inoltre la possibilità per questi apparati di poter essere letti anche attraverso uno Smartphone. Questa opzione risulta utile quando il contatore è in grado di inviare un allarme all'utente in caso di consumi anomali, magari dovuti alla rottura di una tubazione.

Tra i vari sistemi che possono aiutare la consapevolezza dei propri consumi un'azienda spin-off dell'ETH di Zurigo, ha sviluppato un piccolo contatore e termometro da installare lungo il tubo della doccia. Questo apparato misura la quantità di acqua ed energia consumate e alla fine della doccia indica secondo una propria classificazione la "classe" di doccia che è stata effettuata.

3 . TECNOLOGIE DI RISPARMIO IDRICO IN CASA

Le possibilità d'intervento finalizzate a ridurre i consumi d'acqua potabile nelle abitazioni sono diverse. Come detto in precedenza la semplice introduzione di un *frangigetto* all'interno di un rubinetto permette di ridurre i consumi in maniera considerevole. In questi ultimi anni sono stati sviluppati *frangigetto* in grado di garantire un potere lavante adeguato pur riducendo la portata dell'acqua, questo grazie alla creazione di una miscela aria acqua nel getto e all'aumento delle velocità di uscita dell'acqua. Anche la rubinetteria ha avuto delle evoluzioni importanti. Forme ergonomiche nel leveraggio dei miscelatori favoriscono l'uso dell'acqua fredda rispetto all'acqua calda per ridurre i consumi energetici ad essa collegati. Oramai sono piuttosto diffusi i rubinetti a doppio scatto che ad un primo tocco erogano a circa la metà della portata massima mentre solo con una manovra leggermente più energica si ottiene il flusso totale. Anche le docce hanno avuto un'evoluzione considerevole, i soffioni delle docce riescono oramai a garantire un adeguato risciacquo e confort anche con portate di 5/7 l/min. Anche su docce datate si possono installare

con una spesa di pochi euro dei riduttori di portata che non sono invasivi e danno ottimi risultati. Resta sottinteso che anche in questo caso chiudere la doccia durante la fase di insaponamento è il migliore sistema di risparmio idrico che si possa utilizzare, il quale ha inoltre una ricaduta ambientale collaterale non indifferente. Insaponarsi sotto un flusso costante di acqua fa utilizzare più sapone che viene inviato pressoché inutilizzato allo scarico. Viceversa se durante questa fase si chiude l'acqua la quantità di sapone necessaria alla pulizia del corpo sarà sicuramente minore, con minore spesa se non altro di bagnoschiuma. Anche all'inconveniente di dover ritrovare velocemente la giusta temperatura dell'acqua la tecnologia ha ovviato con rubinetti termostatati più o meno evoluti.

Dalla cassetta di risciacquo vengono mandati alla fognatura quotidianamente dai 45 ai 60 l/ persona/giorno. Senza effettuare grandi interventi, inserire all'interno della cassetta un volume morto, un mattone, una bottiglia piena d'acqua permette di ridurre il volume totale della cassetta e quindi ad ogni scarico la quantità d'acqua utilizzata sarà minore. Qualora si possa o si voglia effettuare lavori di maggiore entità una possibilità è l'installazione di cassette a minore consumo. Tra queste di particolare interesse sono le cassette in pressione. Cassette di risciacquo chiuse ermeticamente che sfruttano la pressione di rete per comprimere l'aria in esse contenuta la quale agisce come propulsore per lavare meglio il vaso del wc e con minori quantità di acqua.

Figura 3 - Toilette con sistema di separazione



Fonte: <http://everybodypoohs.com/2012/11/23/human-urine-and-pathogens-examples-from-sweden-and-india/dubblotten-toilet/>

In questi anni si sta sempre con maggiore frequenza parlando anche di *vacuum toilette* e di *diverting toilette*. Le prime sono delle toilette dotate di un piccolo sistema di aspirazione che consente di ridurre il consumo d'acqua fino a 2.5 l a cacciata. Il secondo, invece, è un sistema che permette di separare le feci dalle urine, utilizzando un WC con una particolare forma (Fig. 3). La parte anteriore è dotata di un sistema di raccolta delle urine che permette di allontanarle con solamente 0.5 l di acqua. Questa stessa tecnologia viene applicata anche negli orinatoi degli edifici ad alta frequentazione. Una loro diffusione maggiore potrebbe senz'altro aiutare il bilancio delle acque negli edifici pubblici lasciando le poche acque grigie a disposizione per il risciacquo dei WC.

Anche l'utilizzo di elettrodomestici a basso consumo di acqua contribuisce a ridurre i consumi idrici domestici. Una lavatrice mediamente consuma circa 60 l di acqua

per ogni lavaggio completo. Di questi circa 15-20 l sono utilizzati nella fase di lavaggio vero e proprio mentre la parte restante è utilizzata per i risciacqui. Una lavatrice efficiente consuma circa 45 l dei quali solo 12 vengono riscaldati nel primo lavaggio. Stesso risultato lo si ottiene nelle lavastoviglie anche se con miglioramenti meno significativi in quanto in queste macchine la quantità di acqua utilizzata per un lavaggio completo è di circa 12-15 l.

In entrambi i casi, soprattutto nel caso in cui l'acqua calda sia prodotta attraverso pannelli solari, risulta energeticamente vantaggioso alimentare questi elettrodomestici con acqua calda al fine di ridurre i consumi di energia elettrica.

Un ultimo punto in cui si possono avere dei consumi di acqua di una certa rilevanza è l'irrigazione del giardino. A parte la possibilità di sostituire l'acqua potabile con acque di origine meteorica o grigie trattate si possono ridurre i consumi di acqua con alcune semplici tecnologie e, anche qui, un po' di attenzione. A causa dell'evapotraspirazione delle piante, irrigare solo la notte comporta una riduzione considerevolmente dell'evaporazione dell'acqua durante la fase di irrigazione. Per

quanto banale possa sembrare ricordare di non irrigare le superfici impermeabili è un altro consiglio che spesso viene disatteso. Adottare tecniche di irrigazione che prevedano l'adozione di sistemi localizzati del tipo a goccia, meglio se in irrigazione subsuperficiale, in questo modo l'acqua arriverà direttamente alle radici e non ne andrà persa nemmeno una goccia.

È estremamente diffuso l'uso di sistemi automatici di irrigazione nei giardini. Questi sistemi normalmente sono semplicemente temporizzati e pertanto programmati ad irrigare ad una certa ora per un certo periodo di tempo indipendentemente dalle altre condizioni di contorno. Ultimamente si stanno diffondendo sistemi di irrigazione collegabili ad un misuratore di umidità del terreno che quindi dà il consenso all'irrigazione solo se il terreno (la conducibilità) è minore di valori stabiliti.

4. TECNOLOGIE DI RIUSO DELLE ACQUE

Le acque reflue prodotte da un edificio generalmente fuoriescono in un unico flusso di definite acque nere. Da diverso tempo gli esperti del settore tendono a differenziare tali acque classificandole in meteoriche, grigie, e nere vere e proprie, che ultimamente stanno subendo un ulteriore divisione in gialle e *black*. Questa distinzione viene fatta per identificare acque che per la loro origine hanno qualità decisamente diverse. Le acque meteoriche, sia raccolte da tetti che da piazzale di un'area civile, sono di qualità buona in quanto mediamente poco cariche sia nella loro frazione organica che nella componente dei nutrienti. Le acque grigie sono quella frazione delle acque reflue che derivano dalle operazioni di pulizia del corpo, quindi dalle docce, vasca da bagno e lavabo. Queste acque hanno una carica organica estremamente bassa e sono quasi prive di nutrienti. Per questi motivi non richiedono sistemi di trattamento particolarmente complessi, ma semplicemente una rimozione della sostanza organica per evitare che durante le fasi di stoccaggio questa possa dare luogo a fermentazioni indesiderate, ricrescita batterica e cattivi odori. Una ulteriore distinzione che si può fare nelle acque reflue è quella tra acque gialle e acque nere. Le prime sono rappresentate dalle urine e contengono la gran parte dell'azoto e del fosforo rilasciato in fognatura dal metabolismo umano, le seconde invece contengono la gran parte della sostanza organica.

Figura 4 - Sistema Pontos aquacycle Hansgrohe per il trattamento e riuso delle acque grigie



Fonte: <http://www.ecobuild.co.uk/var/uploads/exhibitor/256/stnultsp72.pdf>

Entrambe queste acque non possono avere un riuso diretto in ambienti domestici, ma raccolte separatamente possono permettere di ridurre i consumi energetici degli impianti di depurazione, e in taluni casi addirittura renderli dei produttori di energia.

Negli edifici residenziali ci si focalizza maggiormente sul riuso delle acque grigie. L'interesse per queste acque è legato oltre che allo loro semplicità di trattamento, anche alla loro continua disponibilità durante l'anno, cosa che non succede ad esempio con le acque di pioggia. Queste acque possono essere adeguatamente trattate sia con sistemi di tipo biologico che con sistemi di tipo chimico fisico.

Probabilmente la prima sperimentazione in questo senso è stata condotta dall'ENEA con il progetto AQUASAVE alla fine degli anni 90. In quel caso le acque grigie raccolte separatamente da una palazzina di 8 appartamenti venivano mandate ad un impianto di trattamento centralizzato di tipo fisico che utilizzava membrane filtranti e filtri a sabbia. L'acqua così trattata veniva disinfettata con acido per acetico, stoccata in apposite cisterne e successivamente avviata all'utilizzo nelle cassette di risciacquo.

Oggi in commercio si trovano diversi sistemi sia biologici che chimico fisici. Uno dei sistemi più conosciuti è sicuramente il sistema *Pontos Aquacycle*. In questo sistema l'acqua grigia dopo una prima filtrazione, indispensabile per la rimozione dei solidi sospesi, viene introdotta all'interno di una prima camera dove viene insufflata l'aria per permettere l'ossidazione biologica della frazione organica disciolta. In genere con questo sistema in circa tre ore si arriva alla degradazione della sostanza organica ad un livello sufficiente per permettere di mandare l'acqua al riuso. Prima di fare ciò l'acqua trattata viene pompata nella seconda camera, che funge da sedimentatore e permette di rimuovere completamente il fango biologico eventualmente ancora presente. Dopo la fase di sedimentazione l'acqua grigia è pompata nella terza ed ultima camera del sistema che serve da stoccaggio e dove una lampada a raggi ultravioletti impedisce alla flora microbica di crescere.

Figura 5 - San Francisco Public Utilities Commission "Living Machine" impianto di fitodepurazione indoor per il riciclo acque grigie nei WC e per l'irrigazione



Fonte: <http://inhabitat.com/wastewater-treatment-plant-in-san-francisco-is-a-gorgeous-indoor-wetland>

Questo sistema ha il vantaggio che ben si adatta ai cicli di scarico ed utilizzo delle acque grigie e pertanto è estremamente versatile. Sistemi simili vengono proposti anche da altre aziende. Nel sistema IDROCELL, ad esempio, l'acqua grigia viene trattata all'interno di un reattore biologico a

membrana. In questo caso non è necessaria la vasca di sedimentazione in quanto la membrana da ultrafiltrazione impedisce il passaggio della biomassa dalla vasca di ossidazione a quella di stoccaggio. In altri casi la tecnologia a membrana è abbinata a una disinfezione con UV come nel caso del sistema *Ecolife*.

Questi sistemi hanno il vantaggio di essere estremamente compatti (consentendo una collocazione in spazi relativamente ristretti), se ben gestiti danno una garanzia di qualità delle acque trattate estremamente elevata ma per contro richiedono un certo consumo di energia per il loro funzionamento, al contrario nei sistemi di fitodepurazione.

Questi ultimi hanno come ulteriore vantaggio la quasi totale assenza di manutenzione. Gli impianti di fitodepurazione sono aree vegete all'interno delle quali, normalmente con un flusso orizzontale subsuperficiale e con una serie di accorgimenti che impediscano l'infiltrazione dell'acqua o l'intasamento del letto di ghiaia, si realizza un buon grado di depurazione delle acque grigie. Il costo iniziale non è particolarmente elevato in quanto anche l'impiantistica è piuttosto semplice, ma la relativamente ampia superficie necessaria per la sua realizzazione non lo rende sempre applicabile ed economicamente vantaggioso. Diversi sono gli esempi nel mondo, in Italia uno dei più conosciuti è l'esempio del comune di Preganziol (TV) dove in un borgo di 280 persone circa è stata scelta questa tecnica per il riuso delle acque grigie. In alcuni casi questi sistemi di trattamento naturali raggiungono un tale grado di integrazione architettonica da far dimenticare lo scopo originario per i quali scopo sono stati realizzati. Questo è sicuramente il caso della "Living Machine" nella San Francisco Public Utilities Commission, si tratta di un sistema di fitodepurazione indoor per il riciclo acque grigie utilizzate poi nei WC e per l'irrigazione.

In questo edificio circa 19 m³ di acque reflue nere e grigie vengono trattate ogni giorno su una superficie di circa 500 m². Il risultato è uno spazio verde all'interno dell'edificio e un risparmio di circa 2.840 m³ di acqua all'anno. Il sistema pur essendo classificato tra i sistemi naturali di gestione delle acque è completamente controllato da un computer che ne determina i cicli e lo mantiene sempre nel migliore stato di funzionamento possibile.

Molto spesso gli interventi riguardano un solo appartamento o solo una stanza e per questo si stanno cercando, con sempre maggiore frequenza, soluzioni che permettano di avere un seppur parziale riuso di acque all'interno del bagno. Una soluzione interessante che ha già avuto la sua applicazione a livello industriale è il riuso delle acque di lavaggio delle lavatrice. In questo elettrodomestico le acque di secondo e di terzo risciacquo hanno una carica inquinante estremamente limitata, e possono essere facilmente trattate per via chimica o fisica. Una volta stoccate queste possono essere utilmente riusate nella fase di lavaggio del ciclo successivo in questo modo il consumo di acqua della lavatrice potrebbe essere ridotto di circa un terzo.

5. TECNOLOGIE PER IL RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE

Le acque meteoriche rappresentano una ottima fonte di acqua di buona qualità per gli usi non idropotabili. Queste acque se raccolte da tetto sono sufficientemente pulite e dopo una semplice filtrazione possono essere utilizzate. La quantità di acque di pioggia che si possono captare è diversa in funzione della zona geografica in cui ci si trova, e alla tipologia di tetto che si ha a disposizione. In Italia mediamente piovono circa 800 mm di pioggia all'anno, questo significa che ogni metro quadro di superficie impermeabile potrebbe permettere di raccogliere circa 800 l/anno e quindi con una superficie inferiore ai 100 m² si potrebbe raccogliere l'acqua necessaria per i fabbisogni di una persona per un anno. Questi ovviamente sono valori teorici al lordo delle perdite di filtrazione e non considerando la distribuzione degli eventi meteorici durante l'anno.

Il dimensionamento dei serbatoi per la raccolta e lo stoccaggio delle acque piovane deve essere effettuato quindi sulla base delle caratteristiche di piovosità del luogo tenendo in considerazione non solo i millimetri di pioggia annuale, ma anche della lunghezza dei periodi di secco. In alcuni casi i periodi di secco possono essere così brevi ed i consumi così piccoli che in questo caso il dimensionamento del serbatoio di stoccaggio verrà fatto sulla base degli effettivi utilizzi.

Figura 6 - schema di sistema per la raccolta ed il riuso dell'acqua piovana. 1) Impianto di pompaggio, 2) Filtro 3) Serbatoio di accumulo, 4) Pozzo di dispersione



Fonte: http://www.irdra.com/ita/recup_meteor.htm

Lo stoccaggio se ben fatto, al buio e a temperature non troppo elevate, può permettere di conservare l'acqua di pioggia per diversi mesi. In Italia non si è ancora dotata di una normativa unitaria che regolamenti la progettazione e l'installazione di impianti per il recupero dell'acqua piovana, e per questo motivo quasi tutti i progettisti e i costruttori si riferiscono alla norma DIN 1989 che dà indicazioni piuttosto chiare in tal senso.

Le coperture dalle quali si raccolgono le acque meteoriche devono avere caratteristiche adeguate, ad esempio è bene non procedere alla raccolta di acque in tetti realizzati in zinco, rame o piombo. Sulla linea del pluviale si può installare un semplice deviatore che consente di raccogliere parte delle acque in un serbatoio esterno, di solito fuori terra, secondo il metodo più economico, ma anche poco efficiente. Più

efficiente, invece, risulta l'installazione di un filtro che permette di raccogliere l'acqua di pioggia e mandare verso la linea fognaria i residui più grossolani.

Questi tipi di filtri hanno un'efficienza di recupero che dipende dal costruttore ma che generalmente varia dal 70 al 95% dell'acqua addotta. Il filtro può essere evitato qualora l'acqua meteorica venga raccolta da un tetto verde, ma in questo caso diminuirà anche la quantità raccolta.

Dopo la filtrazione l'acqua può essere accumulata in una cisterna di adeguate dimensioni, e di materiale che non ne modifichi le qualità. In questo senso i materiali consigliati sono cemento, polietilene e acciaio. Normalmente, per ragioni di costo e di praticità, il polietilene è il materiale più usato. Questi serbatoi possono essere collocati sia fuori terra che interrati, avendo l'attenzione di non fare innalzare troppo la temperatura durante i mesi caldi. I serbatoi devono essere sempre dotati di un tubo di troppo pieno, protetto da una rete metallica per evitare l'ingresso di animali nel serbatoio e l'acqua deve essere tenuta al riparo dalla luce al fine di prevenire ricrescite algali.

La linea di distribuzione dell'acqua di pioggia deve essere sempre ben segnalata, utilizzando tubi di colore diverso da quello dell'acqua potabile e nel caso da quelli dell'acqua grigia, e i punti di utilizzo devono essere segnalati con cartelli indicanti la dizione "acqua non potabile"; in taluni casi è possibile utilizzare rubinetti con chiusura a chiave.

L'uso più frequente di queste acque rimangono l'orto ed il giardino, in quanto con piccoli interventi si riesce a ridurre i consumi di questa parte della casa, ma, volendo, si possono portare all'interno della casa stessa e, allacciandole a speciali elettrodomestici dotati del sistema di doppia alimentazione, si possono utilizzare nelle lavatrici e nelle cassette di flussaggio delle toilette.

Tra le tecniche di trattamento delle acque meteoriche si possono annoverare anche i tetti verdi in quanto grazie alla loro azione filtrante permettono di raccogliere acqua di buona qualità anche senza ulteriori sistemi di filtrazione.

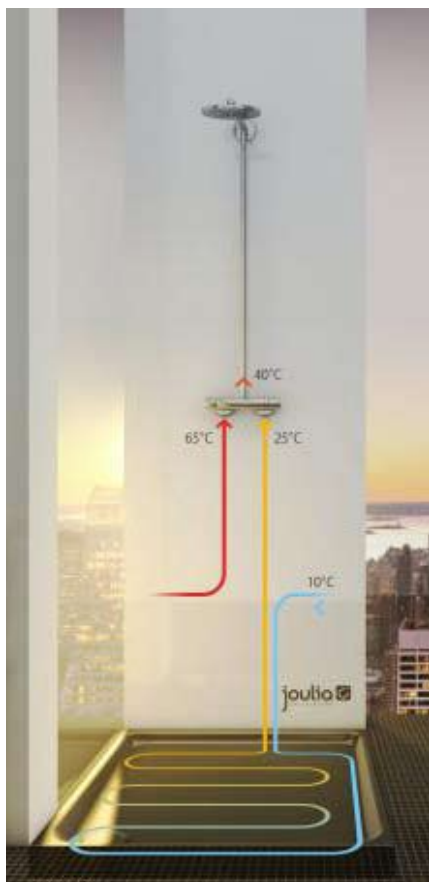
Tutti questi sistemi di raccolta e di rallentamento delle acque meteoriche hanno una grande importanza per la gestione delle acque urbane in quanto eliminano o perlomeno rallentano il deflusso delle acque meteoriche nella rete fognaria evitando o perlomeno smorzando il carico idraulico conseguente ad eventi meteorici particolarmente intensi.

6. TECNOLOGIE DI RECUPERO DEL CALORE TECNOLOGIE PER L'INTEGRAZIONE ACQUA ED ENERGIA

Un minore consumo di acqua per certi utilizzi significa anche un minore consumo di energia. Le vecchie lavatrici o lavastoviglie consumavano circa il doppio dell'acqua che viene utilizzata oggi durante un lavaggio. Dato che molto spesso quest'acqua deve essere riscaldata durante il processo di lavaggio, significa consumare circa il doppio di energia per dover fare lo stesso lavoro.

Lo stesso dicasi per l'acqua che utilizziamo per la doccia o per l'igiene personale, quando la lasciamo scorrere senza un uso specifico non sprechiamo solo acqua, ma anche energia.

Figura 7 - Sistema di preriscaldamento dell'acqua mediante l'uso di acque grigie



Fonte: <https://www.espazium.ch/archi/news/watt-dor-joulio>

Sempre di più le aziende si stanno interessando anche al recupero del calore scaricato assieme alle acque reflue. Le acque di scarico se raccolte in maniera attenta possono raggiungere temperature di 24-30°C che se abbinate a portate di un certo rilievo quali quelle di grandi condomini, alberghi, o centri sportivi possono essere facilmente utilizzate.

In questo senso esistono già alcune soluzioni in commercio. Il sistema Pontos, ad esempio, permette di combinare al sistema di recupero delle acque grigie anche quello di recupero del calore utilizzando un semplice scambiatore di calore.

Altri sistemi anche di dimensioni minori applicabili all'interno degli appartamenti si stanno sviluppando in questi anni. Tra questi di particolare interesse è un sistema di recupero del calore direttamente dalle acque della doccia attraverso un piano doccia che raccoglie per un breve tempo le acque calde usate, e con queste preriscalda l'acqua fredda in arrivo. Sistemi analoghi sfruttano metodi diversi quali tubi coassiali immersi nel pavimento dove l'acqua reflua calda avviata allo scarico preriscalda l'acqua fredda in arrivo in controcorrente.

7. CONCLUSIONI

La tematica del risparmio dell'acqua nelle abitazioni civili è sicuramente un aspetto che tenderà ad avere maggior peso negli anni futuri. Bisogna fin da ora approcciare alle soluzioni più vantaggiose pensando a quella che potrebbe essere la città del futuro non solo una città SMART, ma

anche una città con le problematiche di sempre di approvvigionamento idrico e di gestione dei rifiuti, in un mondo che forse cambierà a causa dei cambiamenti climatici. Per questo l'edificio del futuro dovrà essere un edificio versatile in grado di sapersi adattare alle diverse esigenze che dovrà affrontare, sfruttando le energie disponibili al momento per far fronte alle esigenze future.

BIBLIOGRAFIA

Ambiente Italia, 2012. *Rapporto Annuale di Legambiente, ED Ambiente.*

Bio Intelligent Service, 2012. *Water performance of buildings*, European Commission, DG Environment.

Ecosistema Urbano, 2011. *XVIII Rapporto sulla qualità ambientale dei comuni capoluogo di provincia.*

Market Transformation Programme, 2008. *Domestic water consumption in domestic and non-domestic properties*, DEFRA/AEA.

DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE E RISCHIO DI ALLAGAMENTO IN AREA URBANA

G.T. ARONICA¹, A. PALLA² E L.G. LANZA²

¹ *Università di Messina, Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica, Edile, Ambientale e Matematica Applicata*

² *Università degli Studi di Genova, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale*

ABSTRACT

La sostenibilità del binomio “acqua-città” è uno spunto interessante di discussione nell’ambito delle diverse discipline ingegneristiche che affrontano il tema dell’ambiente urbano e delle sue continue trasformazioni. Gli allagamenti in aree urbane si verificano anche in seguito ad eventi di precipitazione meno severi dell’evento di progetto con cui sono state dimensionate le reti a causa di una distribuzione inadeguata delle caditoie oppure di una temporanea riduzione o interruzione della loro capacità di convogliamento. Il presente contributo è indirizzato all’analisi dell’efficienza del drenaggio superficiale utilizzando un modello idraulico di simulazione degli allagamenti in ambiente antropizzato. Il modello viene implementato a due casi di studio della città di Genova e di Messina. I risultati delle simulazioni indicano il verificarsi di inefficienze del sistema di drenaggio anche quando tutte le caditoie disponibili operano a piena capacità. Inoltre, i risultati sembrano indicare che gli effetti della micro-topografia possano produrre allagamenti localizzati.

Parole chiave: drenaggio urbano, acque meteoriche, allagamenti, modellazione.

1. INTRODUZIONE

La sostenibilità del binomio “acqua-città” è uno spunto interessante di discussione e confronto nell’ambito delle diverse discipline ingegneristiche che affrontano il tema dell’ambiente urbano, delle sue continue trasformazioni e delle rinnovate istanze di sicurezza, vivibilità e rispetto dell’ambiente rivolte dalla società contemporanea al contesto tecnico-scientifico di riferimento (Lanza, 2007). Le soluzioni tecniche e tecnologiche oggi a disposizione dell’ingegnere idraulico per affrontare il tema di un rapporto sostenibile tra l’acqua e l’ambiente urbano sono molteplici, alcune tradizionali e di consolidata esperienza, altre innovative e di più recente applicazione sul campo. In particolare si intende qui richiamare l’attenzione sul tema delle acque meteoriche e del loro impatto sull’ambiente urbano. Le caratteristiche tipiche di tali acque, quali ad esempio la non prevedibilità in termini di occorrenza ed intensità degli eventi, conferiscono al problema della loro corretta gestione aspetti interessanti sia dal punto di vista tecnico che scientifico. Le inondazioni rappresentano il maggiore evento disastroso in qualunque parte del mondo. Beni per parecchi miliardi sono di solito localizzati nelle aree inondabili in Europa e una parte di essi sono classificati a rischio. La maggior parte di questi beni sono localizzati in aree urbanizzate o con forti insediamenti antropici, nelle quali i rapidi processi di trasformazione che hanno caratterizzato gli ultimi decenni hanno avuto come conseguenza la crescita del grado di impermeabilizzazione dei bacini e, naturalmente, l’aumento dei deflussi generati in tempo di pioggia (allagamenti da piogge zenitali). Tali allagamenti, inoltre, presentano un’elevata variabilità spaziale e temporale legata alla forte correlazione con le caratteristiche di microscala dei bacini (depressioni, discontinuità topografiche, strutture idrauliche, ecc.) e quindi estremamente difficili da prevedere.

La rete di drenaggio delle acque meteoriche in ambiente urbano può dimostrarsi inefficiente anche nei confronti di eventi a basso periodo di ritorno a causa di una distribuzione inadeguata delle caditoie oppure di una temporanea riduzione o interruzione della loro capacità di convogliamento. Tale riduzione di efficienza per ogni singola caditoia è spesso dovuta a fatti casuali conseguenti ad esempio a scarsa manutenzione, oppure al carico eccessivo derivante da un aumento improvviso dell'area di competenza per inefficienza delle caditoie poste a monte. Anche in condizioni di corretto dimensionamento della rete di fognatura, pertanto, l'inefficienza del sistema di drenaggio determina un aumento del rischio di allagamento e dell'estensione delle aree allagate in caso di fallanza.

Al fine di sviluppare tecniche di dimensionamento e verifica atte a conseguire margini di sicurezza più elevati, lo studio dei fenomeni di allagamento conseguenti a tali evenienze richiede accurati strumenti di modellazione bidimensionale della propagazione dei deflussi in ambiente urbano basati su di una dettagliata conoscenza del territorio. Sia nel settore della progettazione o verifica delle reti di drenaggio urbano, sia nell'ambito della loro gestione, relativamente alle decisioni da assumere nella pianificazione di un centro abitato e delle sue infrastrutture, l'utilizzo di appropriati modelli consente di analizzare la risposta di un sistema di drenaggio sottoposto a determinate condizioni di input, e di individuare i punti in cui si possono verificare situazioni critiche, allo scopo di minimizzare i costi dovuti alla realizzazione o ricostruzione della rete drenante e di contenere i costi di manutenzione dovuti agli eventuali danni provocati dagli allagamenti.

A tale scopo viene utilizzato in questo lavoro un modello di propagazione delle acque di allagamento sviluppato originariamente per le inondazioni di aree con topografia complessa e qui applicato in ambiente urbano. Il modello è stato utilizzato dagli autori in precedenti lavori (Aronica e Lanza, 2005) e successivamente perfezionato e modificato per le applicazioni presentate in questo studio (Aronica *et al.*, 2012; Palla *et al.*, 2012).

2. LA MODELLAZIONE NUMERICA

Il concetto fondamentale dell'idrologia urbana tradizionale si basa sull'interazione tra la struttura del drenaggio superficiale (vincolata dalla struttura delle strade, dei marciapiedi e delle ulteriori caratteristiche della morfologia del paesaggio urbano), ed il sistema di drenaggio sub-superficiale (canali e condotte) opportunamente progettato per trasferire con rapidità ed efficacia le acque meteoriche verso la sezione di recapito nell'ambiente naturale. La precisa corrispondenza tra i due sistemi non è richiesta, dal momento che le connessioni avvengono solamente tramite una serie di caditoie i cui parametri idraulici sono progettati in modo da garantire un appropriato drenaggio di aree prestabilite. Durante gli eventi di precipitazione, tuttavia, il sistema può rivelarsi localmente inefficiente in conseguenza di quantità d'acqua inattese che non riescono a defluire attraverso un certo numero di caditoie della rete. Fallanze locali di tale sistema si possono osservare pertanto anche a seguito di eventi di precipitazione con intensità inferiori a quelle di progetto, quando le caditoie vengono sollecitate da aree di drenaggio contribuenti più estese di quelle di progetto. Ciò si verifica quando il sistema di connessioni tra il reticolo di drenaggio superficiale e la rete di fognatura fallisce, e le acque meteoriche vengono indirizzate su percorsi differenti rispetto a quelli originali di progetto.

I recenti sviluppi della ricerca sono quindi rivolti alla modellazione dei flussi delle acque di allagamento in situazioni a conformazione topografica complessa in cui la presenza di infrastrutture ed ostacoli nel dominio del deflusso influenzano pesantemente la propagazione dei deflussi. Negli ultimi anni sono stati ottenuti significativi progressi nello sviluppo e nell'uso dei modelli di inondazione e di allagamento anche negli aspetti della loro integrazione con nuove tipologie di dati per la validazione e la parametrizzazione (i.e. Gomez *et al.*, 2012; Bates *et al.* 2003). Numerosi autori (cfr. tra gli altri Hsu *et al.*, 2000, Yu e Lane, 2006, Mignot *et al.*, 2006, Leopardi *et al.*, 2002) hanno dimostrato che la modellazione 2-D dei deflussi presenta una serie di vantaggi rispetto alla modellazione 1-D e alla modellazione quasi 2-D. Nelle aree urbane è infatti difficile poter assume-

re una definizione a priori della modalità di propagazione del deflusso e per modellare gli effetti locali nell'intorno di strutture ed ostacoli è quindi conveniente implementare una rappresentazione completa del territorio, piuttosto che rappresentare il dominio fisico attraverso una rete di canali e di volumi d'invaso interconnessi tra loro.

A tale scopo è stato proposto il modello FLURB-2D sviluppato per simulare la propagazione bidimensionale di inondazioni su pianure alluvionali (Aronica *et al.*, 2008; Aronica e Lanza, 2005). FLURB-2D risolve le equazioni di De Saint Venant, trascurando i termini inerziali convettivi utilizzando lo schema di Galerkin agli elementi finiti su una griglia a maglia triangolare (Aronica *et al.*, 1998). L'approccio agli elementi finiti consente una descrizione semplificata del comportamento idraulico delle aree allagate; in particolare gli ostacoli alla propagazione (i.e. edifici, strade) sono trattati nel modello come isole interne o confini interni al dominio di simulazione. La schematizzazione 'fisicamente basata' delle caratteristiche geometriche del dominio di calcolo permette anche di considerare come ingresso al modello una forzante pluviometrica distribuita e temporalmente variata.

Nel presente contributo, il modello è stato aggiornato rispetto alla versione originaria al fine di includere nella simulazione della propagazione del moto bidimensionale il comportamento idraulico delle caditoie con il relativo grado di efficienza. In questa nuova versione del modello le caditoie non sono più considerate come pozzi (ovvero descritte con la condizione al contorno di deflusso libero) bensì vengono descritte con specifiche leggi di efflusso in funzione della tipologia (griglia, bocca di lupo e mista), della geometria (dimensioni, numero delle barre nella griglia, ecc.) e del grado di operatività di ciascuna caditoia.

3. ALCUNI CASI DI STUDIO

Nel presente lavoro, viene analizzata la risposta di due sistemi di drenaggio reali, a servizio di alcune aree urbane delle città di Genova e Messina (vedi Figura 1).

Figura 1 - Vista aerea e perimetrazione del quartiere della Foce a Genova (sinistra) e Inquadramento territoriale del bacino del Torrente Annunziata a Messina (destra)



Fonte: Google Maps, 2013 e Aronica *et al.*, 2010

3.1. Il sottobacino urbano della Foce a Genova

L'area oggetto dello studio si trova nella parte centrale della città che si è sviluppata principalmente negli anni '30 ed è caratterizzata da una struttura abbastanza regolare. Quest'area corrisponde al quartiere urbano della Foce ed è limitata, a ovest, dal tratto terminale tombinato del torrente Bisagno, a est dalla collina di Albaro, a nord dal rilevato della ferrovia e a sud dalla

linea di costa (vedi Figura 1 sx). L'area del sottobacino, nel seguito denominato sottobacino della Foce ha un'estensione di circa 0.80 km², è caratterizzata da quote del terreno che variano tra 2.5 e 8.5 m.s.l e da una debole pendenza verso mare. La rete di drenaggio è di tipo separato; tra le tipologie di caditoie che insistono su tale rete le caditoie a griglia sono le più comuni (86%), seguite da quelle a bocca di lupo (10%) e miste (4%).

3.2. Il bacino del torrente Annunziata a Messina

Il bacino del torrente Annunziata è localizzato nella parte nord della città di Messina (Figura 1 dx). Tale bacino ha una superficie complessiva di 4.6 km² con un dislivello di circa 600 m sino allo sbocco al mare ed una pendenza media del 14.8%. Il bacino è caratterizzato da una parte "alta" tipicamente "extraurbana" con versanti boscati e reticolo idrografico naturale mentre la parte "bassa", dove i rami del reticolo idrografico sono tombati e risagomati, mostra un'elevata presenza di infrastrutture ed insediamenti urbani con un tessuto viario connesso alla rete di drenaggio sotterranea tramite un sistema di caditoie spesso non adeguatamente funzionante. Recentemente la rete viaria ha subito delle significative modifiche geometriche a seguito della realizzazione di infrastrutture stradali (*rotatorie e spartitraffico*) che hanno influenzato significativamente il percorso delle correnti idriche superficiali.

4. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

La simulazione del comportamento dei sistemi di drenaggio relativi ai due casi di studio è stata effettuata a partire dalla ricostruzione statistica di eventi di precipitazione con assegnate caratteristiche di frequenza, durata, intensità e forma dello ietogramma. Sulla base dell'informazione pluviometrica disponibile sono stati generati eventi sintetici in modo da fornire al modello uno scenario di input che consentisse la valutazione del rischio di allagamento delle aree urbanizzate in termini quantitativi. Tale valutazione è stata effettuata in diverse condizioni di efficienza del sistema di drenaggio, intesa in termini di capacità di convogliamento delle acque da parte delle caditoie verso la rete di fognatura bianca sottostante. L'efficienza delle singole caditoie è stata simulata in base alla probabilità di intasamento (assunta in alternativa pari a 0 = caditoia ostruita, pari a 0.5 = caditoia parzialmente ostruita, ovvero pari ad 1 = caditoia libera). Per semplicità, ed al fine di isolare il contributo dovuto all'efficienza del drenaggio rispetto ad altre potenziali cause di fallanza del sistema, si assume che la capacità di smaltimento della rete bianca sottostante sia in ogni punto compatibile con la portata in essa convogliata dalla superficie. Sono pertanto esclusi dalla valutazione eventuali fenomeni di rigurgito in rete e di ritorno in superficie dell'acqua già convogliata dalle caditoie.

4.1. Efficienza del drenaggio superficiale del sottobacino della Foce a Genova

L'impatto della precipitazione sull'efficienza del drenaggio superficiale nel bacino della Foce è stata analizzata confrontando la massima altezza d'acqua, la massima area allagata e l'altezza media che si sono osservate per diverse condizioni di precipitazione (tre ietogrammi sintetici caratterizzati da periodo di ritorno pari T=2, 5 e 10 anni ed un evento storico).

Al fine di verificare l'impatto del grado di efficienza delle caditoie sulla capacità di drenaggio della rete superficiale, sono stati analizzati tre scenari:

- 'caditoie libere': corrispondente al caso di tutte le caditoie completamente libere;
- 'caditoie osservate': corrispondente alle condizioni effettive osservate durante un rilievo condotto nell'area di studio;
- 'caditoie ostruite': corrispondente a tutte le caditoie completamente ostruite.

Le mappe di allagamento mostrano locali allagamenti dovuti ad insufficienze della rete di drenaggio per tutti gli eventi di precipitazione anche nel caso di 'caditoie libere'; comunque differenze in termini di aree allagate e tiranti idrici possono essere rilevate. Benché le aree allagate sia-

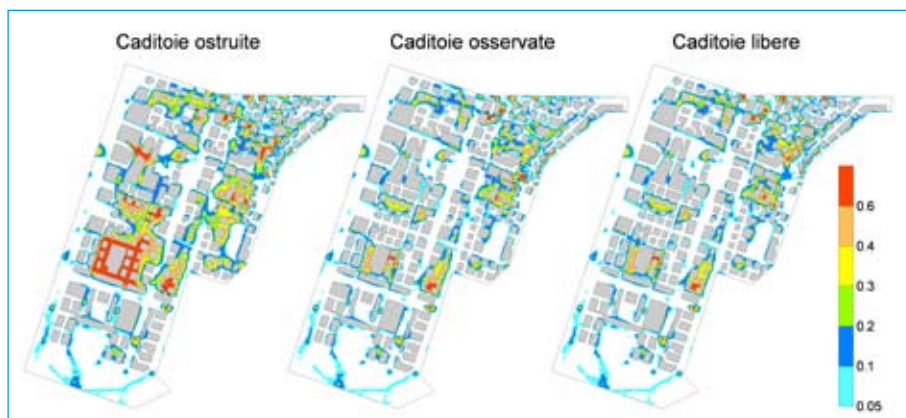
no pressoché uniformemente distribuite all'interno del bacino, la topografia concentra i volumi d'acqua non drenati nelle aree depresse del dominio. La massima area allagata ed il tirante idrico medio crescono, come atteso, con il periodo di ritorno della precipitazione. Inoltre si rileva che già per l'evento con periodo di ritorno pari a 2 anni, le aree allagate occupano circa il 32% dell'area del bacino e questa percentuale cresce fino al 44% per l'evento con $T = 10$ anni, corrispondente in Italia all'evento di progetto delle reti di fognatura urbana. Il tirante idrico medio calcolato sull'area durante il massimo allagamento cresce modestamente per i diversi scenari di precipitazione, in accordo con le aree allagate, confermando che, ad eccezione delle aree depresse, si tratta di allagamenti modesti.

Nello scenario 'caditoie osservate' il 5% delle caditoie risultano completamente ostruite, il 10% parzialmente ostruito, generalmente con un'occlusione che occupa la metà della superficie della caditoia ed il restante 85% delle caditoie risultano completamente libere.

A titolo di esempio, in Figura 2, sono riportate le mappe dei massimi tiranti idrici osservati per l'evento sintetico con $T = 10$ anni nei tre scenari di efficienza delle caditoie. La mappa relativa allo scenario 'Caditoie Ostruite' evidenzia la posizione di un'area depressa localizzata nel quadrante sud-ovest del dominio (area rossa illustrata in Figura 2).

Le differenze tra i due scenari di funzionamento sono limitate, ed è possibile individuare uno specifico impatto del grado di ostruzione solo in alcune porzioni del dominio. Tuttavia, queste deboli differenze, osservate in specifiche porzioni del dominio, confermano come l'efficienza idraulica del sistema di drenaggio nel suo complesso sia influenzata da una molteplicità di fattori quali i profili locali di corrente, i tiranti idrici, la distribuzione spaziale delle caditoie e del relativo di occlusione che risultano evidentemente tutti interconnessi tra loro e correlati alla micro-topografia locale.

Figura 2 - Mappe dei massimi tiranti idrici per i tre diversi scenari di condizioni di efficienza delle caditoie per l'evento sintetico con $T=10$ anni



4.2. Efficienza del drenaggio superficiale del bacino del T. Annunziata a Messina

Il rischio di allagamento associato alla fallanza di un certo numero di caditoie del sistema di drenaggio del bacino del Torrente Annunziata a Messina è stato valutato simulando 4 differenti scenari definiti in funzione della realizzazione di rotatorie nell'area di studio.

In particolare i 4 scenari sono stati definiti come segue:

- 2 scenari pre-rotatorie con caditoie totalmente ostruite/libere;
- 2 scenari post-rotatorie con caditoie totalmente ostruite/libere.

Le simulazioni sono state condotte, per ciascuno dei 4 scenari, utilizzando eventi di pioggia sintetici per tre diverse durate (1, 2, 3 ore) e quattro differenti valori del tempo di ritorno (2, 5, 10, 25 anni), allo scopo di ricavare mappe di pericolosità per ognuno dei due principali scenari studiati (pre-rotatorie e post-rotatorie).

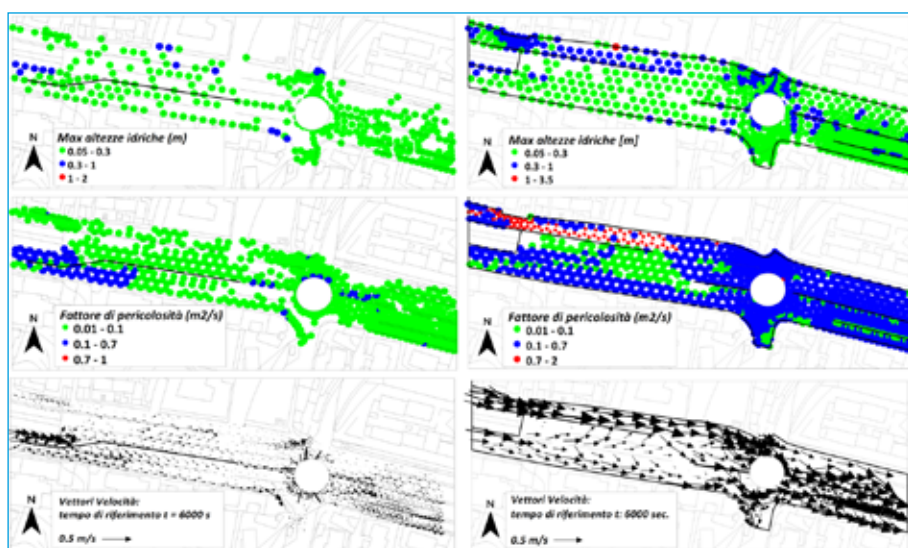
Le simulazioni riguardanti il caso di caditoie totalmente ostruite mostrano come la fallanza delle caditoie a monte produca subito a valle incrementi notevoli dei valori di tirante idrico e soprattutto incrementi di velocità che contribuiscono all'ammaloramento della pavimentazione, come verificato in molte zone dell'area esaminata. I gruppi di simulazioni, in condizione di completa apertura o di saturazione delle caditoie, forniscono i range di variazioni delle variabili concorrenti alla valutazione del rischio. Dal confronto dei risultati relativi alle due differenti condizioni delle caditoie, si nota che, in condizioni di inefficienza di alcune caditoie, vi sono determinate zone che, per topografia, risentono maggiormente degli effetti dannosi a catena che da monte verso valle vanno a moltiplicarsi.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si desume inoltre che la mancanza di caditoie in alcune porzioni specifiche del dominio causa un progressivo accumulo di acqua proveniente dalla zona mediana, consentendo ai deflussi di raggiungere velocità importanti.

La recente sistemazione della viabilità (realizzazione di rotatorie) ha determinato, in alcuni casi, un differente smaltimento dei volumi idrici che si abbattano sulla sede stradale peggiorando l'efficienza, già molto delicata, degli organi di smaltimento immediatamente a valle delle opere di sistemazione viaria.

A titolo esemplificativo si riportano in Figura 3 i risultati, relativi ad un evento di durata pari a 3 ore e tempo di ritorno pari a 25 anni, riguardanti una zona del dominio in condizioni di caditoie libere e caditoie ostruite, con riferimento allo scenario post-rotatorie.

Figura 3 - Scenario post-rotatorie - caditoie libere (sinistra) - caditoie ostruite (destra)



Dal confronto delle mappe di pericolosità relative alle situazioni pre e post rotatorie emergono piccole differenze relative al valore di tirante massimo riscontrabile; inoltre è interessante osservare come tali infrastrutture di superficie interagiscano con il deflusso superficiale deviandone il percorso che si verificava nella condizione pre-rotatorie.

Nello scenario pre-rotatorie i massimi tiranti idrici non superano mai il valore di 1.5 m e tuttavia lo smaltimento delle acque risulta molto difficoltoso in quanto si verifica una "sacca in trincea", con accumulo di detriti e di fanghiglia anche per eventi di gravosità inferiore al caso esaminato.

In particolare, la situazione peggiore si verifica nello scenario post rotatorie in corrispondenza della rotatoria ubicata nella zona valliva del dominio, riportata in Figura 3, in cui le isole di separazione creano da un lato una deviazione dei flussi dalle zone periferiche della carreggiata alla zona centrale, mentre dall'altro si verifica di fatto una riduzione della sezione utile (almeno per i tiranti più bassi), che comporta di conseguenza un incremento localizzato della velocità.

5. CONCLUSIONI

La metodologia ed il modello descritto in questo lavoro consentono di analizzare in termini quantitativi il rischio di fallanza di un sistema di drenaggio urbano, nonché di valutare l'estensione delle aree allagate a seguito di eventi di pioggia reali o sintetici, al variare della frequenza e dell'intensità della sollecitazione meteorica.

In particolare i risultati delle simulazioni effettuate sulle aree di studio di Genova e Messina indicano il verificarsi di numerose inefficienze del sistema di drenaggio urbano anche quando tutte le caditoie disponibili operano a piena capacità. Inoltre, i risultati sembrano indicare che gli effetti della micro-topografia possono produrre allagamenti localizzati dovuti alle criticità della rete di drenaggio esistente. Infatti, nel caso di eventi di precipitazione di intensità anche inferiori a quelle utilizzate nella simulazione, le fallanze della capacità di drenaggio della rete possono produrre allagamenti significativi nelle zone di concentrazione del flusso. In questo senso la topografia locale interferisce significativamente con il comportamento idraulico del sistema di drenaggio urbano nel suo complesso.

I risultati delle simulazioni effettuate hanno consentito di analizzare in termini quantitativi l'incremento del rischio di fallanza del sistema di drenaggio nell'area di studio, e di valutare l'estensione delle aree allagate al variare delle condizioni di efficienza delle caditoie. Tale informazione può essere posta alla base di un'indagine approfondita della rete di drenaggio che, anche a seguito di un'adeguata analisi costi-benefici che tenga in conto l'effettiva vulnerabilità delle aree soggette al maggior rischio di allagamento, consenta di mettere in atto misure di mitigazione atte a ridurre le cause di fallanza dei sistemi di drenaggio urbano.

BIBLIOGRAFIA

- Aronica G. T., Franza F., Bates P. D. and Neal J. C., 2012. *Probabilistic evaluation of flood hazard in urban areas using Monte Carlo simulation*, Hydrol. Processes, 26(26): 3962-3972.
- Aronica G. e Lanza L.G., 2008. *Modelli di allagamento delle aree urbane*. In: G. Frega "Tecniche per la difesa dall'inquinamento", 29° Corso di aggiornamento, Ed. Nuova BIOS, pp. 229-248.
- Aronica G. e Lanza L.G., 2005. *Drainage efficiency in the urban environment*, Hydrological Processes, 19(5): 1105-1119.
- Aronica G., Nasello C., Tucciarelli T., 1998. *A 2D Multilevel Model for Flood Propagation in Flood Affected Areas*, ASCE Journal of Water Resources Planning and Management, 124(4): 210-217.
- Bates P.D., Marks, 2003. *Optimal use of high-resolution topographic data in flood inundation models*. Hydrologic Processes, 17(3): 537-557 .
- Gómez M., Macchione F., Russo B., 2011. *Methodologies to study the surface hydraulic behaviour of urban catchments during storm events*. Water Sci. and Tech., 63: 2666-2673.
- Hollis G.E e Ovenden J.C., 1998. *The quantity of stormwater runoff from ten stretches of road, a car park and eight roofs in Herfordshire, England during 1983*, Hydrological Processes, 2(3): 227-243.
- Hsu M.H., Chen S.H., Chang T.J., 2000. *Inundation simulation for urban drainage basin with storm sewer system*, Journal of Hydrology, 234: 21-37.
- Lanza, L.G., 2007. *Acque ed ingegneria urbana*. L'Acqua, 1: 23-30.
- Mignot E., Paquier A., Haider S., 2006. *Modeling floods in a dense urban area using 2D shallow water equations*, Journal of Hydrology, 327: 186-199.
- Palla, A., Franza, F. Gnecco, I., Aronica, G. e Lanza L.G., 2012. *Efficienza idraulica del drenaggio superficiale delle acque in area urbana*. Atti XXXIII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Brescia, Settembre 2012, (pubblicato su CD-rom)
- Yu D., Lane S. N., 2006. *Urban fluvial flood modeling using a two-dimensional diffusion-wave treatment, part 1: mesh resolution effects*, Hydrological Processes, 20: 1541-1565.

CONTROLLO DEGLI SCARICHI DI PIENA DELLE RETI DI DRENAGGIO URBANO MEDIANTE VASCHE DI PIOGGIA

U. SANFILIPPO¹, A. PAOLETTI² E G. BECCIU¹

¹ Politecnico di Milano, DICA Sez. SIA, ² ETATEC srl, Milano

ABSTRACT

Gli scaricatori di piena delle reti fognarie urbane, sia di tipo unitario che di tipo separato, nonostante si attivino solo in conseguenza degli eventi di precipitazione, comportano quasi sempre un rilevante impatto inquinante sui corpi idrici ricettori, soprattutto in mancanza d'idonei provvedimenti attenuatori. Nella memoria viene dapprima presentata l'influenza quali-quantitativa di tali scarichi e poi vengono descritti i criteri di progettazione e di gestione delle vasche di pioggia finalizzate al controllo dei volumi e degli inquinanti scaricati nei corpi idrici ricettori.

Parole chiave: fognatura, vasca di pioggia, impatto su ricettori, controllo scarichi di piena.

1. INTRODUZIONE

1.1 *Problemi ambientali dell'immissione di scarichi di piena nei ricettori*

In linea di principio, l'aspetto più critico dell'immissione in un corpo idrico dell'effluente degli scaricatori di piena consiste nella sua occasionalità e nel forte carico inquinante che ne deriva. Infatti si può facilmente dimostrare come il carico di inquinanti immesso in un corso d'acqua viene generato prevalentemente in corrispondenza di eventi di pioggia e che ad esso contribuiscono sensibilmente i reflui non trattati in uscita appunto dagli scaricatori. L'occasionalità dell'evento ha effetti tanto più importanti quanto minore è, localmente, la capacità di diluizione del corpo idrico ricettore.

Nel caso dei corsi d'acqua, in particolare di quelli di piccole dimensioni, un'immissione di forti portate fa variare in misura rilevante le caratteristiche idrauliche e, in particolare, il livello dell'acqua. In tali situazioni il problema principale in periodi di secca può essere proprio la mancata disponibilità del deflusso minimo vitale, mentre in periodi di elevate precipitazioni l'aumento improvviso della portata ha molteplici effetti. Tra questi, l'asportazione, del tutto o in parte, degli organismi che costituiscono la comunità acquatica, l'erosione dell'alveo, che modifica le caratteristiche dell'habitat, e l'innalzamento del livello dell'acqua. L'alternarsi di due opposte condizioni critiche di magra e di piena ha un effetto non solo additivo ma sinergico nel compromettere la funzionalità fluviale nel suo insieme. Diverso è il caso di laghi o di fiumi di grandi dimensioni dove l'effetto è evidentemente meno marcato in relazione alle diverse condizioni iniziali, sebbene tale tipo di ricettori possa essere assai più sensibile dei corsi d'acqua nei confronti dei fenomeni di accumulo degli inquinanti, soprattutto per quanto concerne le sostanze tossiche non biodegradabili.

Dal punto di vista dell'inquinamento, l'immissione degli effluenti degli scaricatori, usualmente dimensionati per attivarsi per portate superiori a 2-5 volte la portata media nera, e in particolare del cosiddetto first flush, ha l'effetto di un picco di inquinamento improvviso (es Barco et al., 2004). Innanzi tutto, si tratta appunto di carichi di forte entità, concentrati in brevi intervalli

di tempo, che fanno variare marcatamente le caratteristiche chimiche delle acque del ricettore senza che gli organismi presenti abbiano il tempo di adattarsi. Infatti, benché sia noto che le comunità acquatiche hanno delle esigenze qualitative e un livello di sensibilità specifici, è tipico dell'ecologia il fenomeno dell'acclimatazione che consente l'adattamento alla presenza di inquinanti se le concentrazioni di questi aumentano gradualmente, in tempi compatibili appunto con l'acclimatazione. Per converso, variazioni improvvise delle condizioni chimiche, anche in misura in assoluto limitata, danneggiano molto più gravemente l'ecosistema. L'inquinamento veicolato dallo scarico della first flush concerne i parametri tipici delle acque reflue e delle acque di drenaggio urbano (sostanza organica, nutrienti, solidi sospesi, ecc.) ma anche le componenti biologiche, ed in particolare i batteri fecali, e alcuni altri composti chimici come tensioattivi, oli e grassi. L'immissione di forti cariche batteriche fa sì che, sia pure per brevi periodi, le condizioni igieniche del ricettore risultino compromesse, mentre lo sversamento di tensioattivi spesso determina la formazione di schiume con un pesante impatto visivo. Situazioni analoghe si determinano per la presenza di olii e grassi, facilmente visibili alla superficie ad occhio nudo. Con il passare del tempo, per eventi di pioggia di lunga durata, l'effetto dell'inquinamento diminuisce per tre ragioni:

- a) il dilavamento già avvenuto nelle prime fasi dell'evento diminuisce la quantità di materiale che può essere asportata nelle fasi successive dell'evento stesso (Huber, 1986, Huber & Dickinson, 1988);
- b) la conseguente progressiva maggiore diluizione del materiale dilavato da parte della portata di pioggia;
- c) l'aumentato potere diluente del ricettore, la cui portata aumenta via via proprio a causa dell'apporto di acqua meteorica.

Inoltre col procedere dell'evento i volumi d'acqua in circolazione nel sistema costituito da bacino urbano e dal corpo ricettore continuano ad aumentare e questo, in alcuni casi, arriva a determinare variazioni di livello rilevabili anche nei laghi e aumenti di portata dei corsi d'acqua che possono portare anche ad esondazioni, con tutto ciò che ne consegue ai fini della qualità delle sponde e delle fasce spondali e perifulviali.

1.2 Strategie di controllo

Il carattere intermittente dello scarico di acque meteoriche impone quindi strategie di controllo del tutto differenti da quelle che attengono agli scarichi continui nel tempo, quali quelli effluenti dagli impianti di depurazione. In tal senso è importante giungere a definire le strategie di controllo non come standard di scarico (e cioè i valori delle concentrazioni massime ammissibili negli scarichi quali quelli originariamente introdotti in Italia dalla Legge Merli e poi modificati con i D. Lgs. 152/1999 e 152/2006), ma in funzione di standard dei corpi idrici ricettori determinati in base agli obiettivi di qualità delle acque dei ricettori medesimi.

Alcune strategie di controllo puntano alla riduzione del carico complessivo addotto nei ricettori da parte degli scarichi di tempo piovoso, ritenendo che il fattore preponderante sia legato a tale carico complessivo, piuttosto che all'effetto intermittente della serie dei singoli eventi di scarico. In base a tale impostazione, mediante o procedure approssimate del tipo di quella prima presentata ovvero, con maggior rigore, mediante la simulazione modellistica di lunghe serie di precipitazioni, vengono calcolati i bilanci medi annui delle masse inquinanti complessivamente scaricate dalle acque meteoriche urbane e sulla base di essi vengono definite le strategie di controllo atte a ottenere una prefissata riduzione percentuale di tali masse. Ad esempio nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna si richiede di adottare misure di controllo degli scarichi urbani meteorici atte a raggiungere al 2015 una riduzione percentuale pari al 50% dei carichi complessivi sversati in tempo piovoso.

Al contrario, una diversa impostazione delle strategie di controllo, attesi i danni che possono essere arrecati all'ecosistema nei singoli eventi di scarico, prende in considerazione i limiti di tollerabilità nei confronti di tali fenomeni intermittenti di impatto, anche in funzione della possibilità di recupero spontaneo della qualità che il ricettore può assicurare, come nel caso del criterio legato alla definizione di curve concentrazione ammissibile - durata - frequenza (Hvitved-Jacobsen,

1986; Crabtree et al. 1993; Foundation for Water Research, 1994 e 1998; Artina e Magliorico 2002) e il criterio basato sulla limitazione della frequenza di scarico (Lamarre et al., 2005; Sørensen et al., 2005; Paoletti et al., 2008).

2. PROVVEDIMENTI ATTENUATORI

I provvedimenti più comunemente adottati per la risoluzione o riduzione delle problematiche idraulico-ambientali legate alle precipitazioni possono essere suddivisi nelle tre seguenti categorie:

Interventi localizzati: consistono nella realizzazione di invasi che hanno la funzione di accumulare provvisoriamente una parte dei volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici, per inviarli successivamente alla depurazione (vasche di prima pioggia) o per restituirli alla rete a valle e al ricettore con portata con essi compatibile (vasche volano).

Interventi diffusi: sono distribuiti sull'intera area urbanizzata e vengono solitamente indicati con l'acronimo BMP (Best Management Practices) o SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems). Ne esistono di svariate tipologie, ma l'obiettivo è sostanzialmente lo stesso per tutte, ovvero favorire l'infiltrazione nel suolo della precipitazione.

Interventi non strutturali: non comportano la realizzazione di manufatti o strutture; hanno lo scopo di sfruttare al meglio la rete di drenaggio esistente, soprattutto mediante tecniche di controllo in tempo reale, massimizzandone la capacità d'invaso, o di ridurre gli inquinanti che entrano in fognatura (Campisano e Sanfilippo, 2011).

Nelle più recenti urbanizzazioni, soprattutto negli Stati Uniti e in alcuni Paesi europei, si è assistito spesso alla combinazione di questi interventi, i quali hanno mostrato buoni risultati purché correttamente gestiti e mantenuti. In Italia, gli interventi di tipo diffuso e quelli non strutturali sono ancora poco utilizzati e il controllo quali-quantitativo degli scarichi è nella maggior parte dei casi affidato agli invasi.

3. LE VASCHE DI PIOGGIA

3.1 Generalità

Gli invasi costituiscono sicuramente il mezzo più efficace per assicurare la protezione idraulica ed ambientale del territorio urbano ed extraurbano (AA.VV, 1997).

Dal punto di vista della destinazione se ne distinguono due tipologie:

Vasche di prima pioggia: trattengono, escludendola dallo scarico, una notevole percentuale degli inquinanti veicolati dalle acque meteoriche, soprattutto quelle relative all'inizio dell'evento, permettendone il successivo invio all'impianto di depurazione o il trattamento in situ (Figura 1). Sono più efficaci se dotate di apposito sistema di bypass asservito a un sensore di riempimento che le escluda una volta completamente riempite, onde evitare fenomeni di wash-off degli inquinanti da esse stoccati durante la fase iniziale degli eventi.

Vasche volano (o di laminazione): di maggiori dimensioni specifiche rispetto alle vasche di prima pioggia, sono calcolate e realizzate in funzione degli eventi meteorici massimi, permettendo la laminazione delle portate di piena così da ridurre il pericolo di allagamenti superficiali, dovuti a insufficienza dei condotti o del corso d'acqua ricettore (Figura 2); normalmente le vasche volano contengono un primo comparto che svolge la funzione d'invaso delle acque di prima pioggia.

Mentre l'aspetto idraulico è legato alle precipitazioni più intense e più rare, con la conseguente necessità di determinare statisticamente l'evento critico adeguato per il progetto degli invasi, l'aspetto ambientale dipende dalla durata del tempo secco che precede l'evento pluviometrico e dalla frequenza e intensità degli eventi stessi (Alley e Smith, 1981).

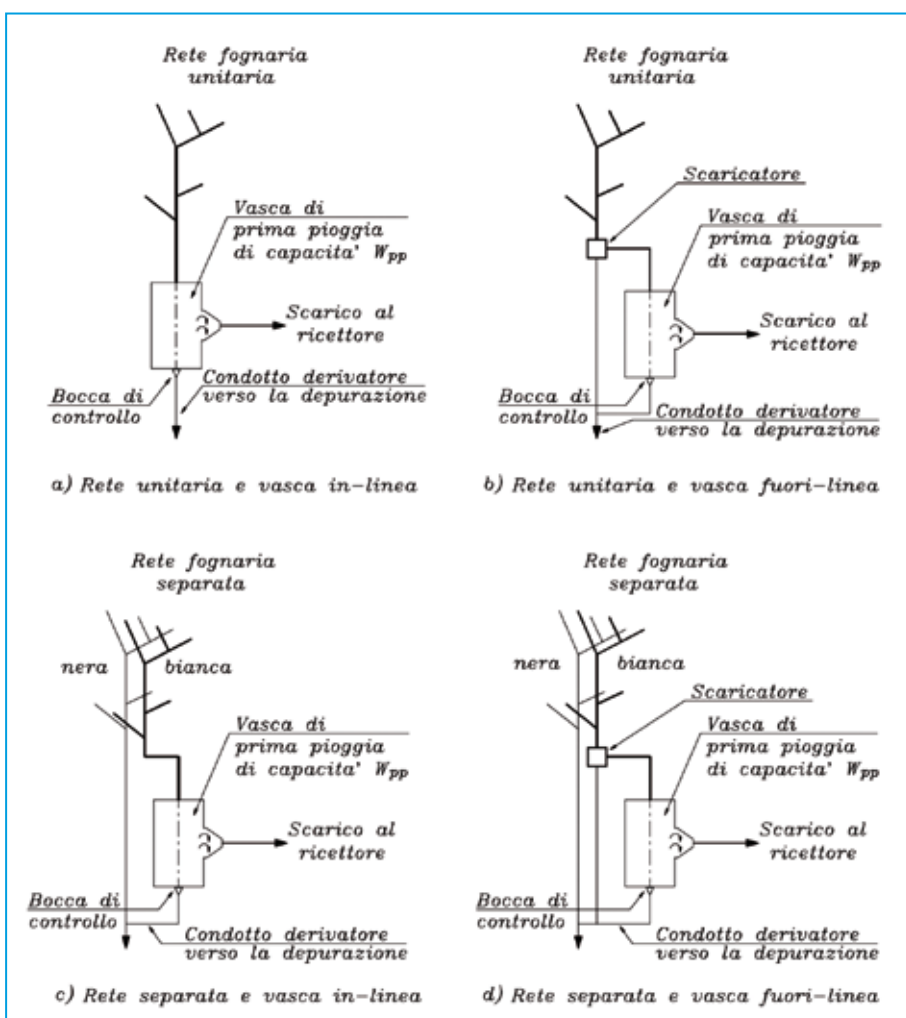
Tutte queste considerazioni, è bene ricordarlo, valgono sia per i sistemi fognari unitari che per quelli separati (Brombach et al., 2004)].

Per quanto riguarda la localizzazione rispetto alla rete fognaria, entrambe le tipologie di vasche possono essere realizzate in linea o fuori linea; nella pratica, però, le notevoli dimensioni delle vasche volano implicano quasi sempre una loro ubicazione separata dalla rete.

Vasche in linea: l'invaso è costituito da un collettore di sezione maggiorata rispetto a quella normale della fognatura. Per portate inferiori al valore prefissato la corrente percorre il collettore e fuoriesce senza invasare; per portate superiori la corrente si allarga ed ha inizio l'invaso. La dinamica di tutto il processo dipende dalle caratteristiche idrauliche del dispositivo di uscita che, dunque, deve essere accuratamente progettato.

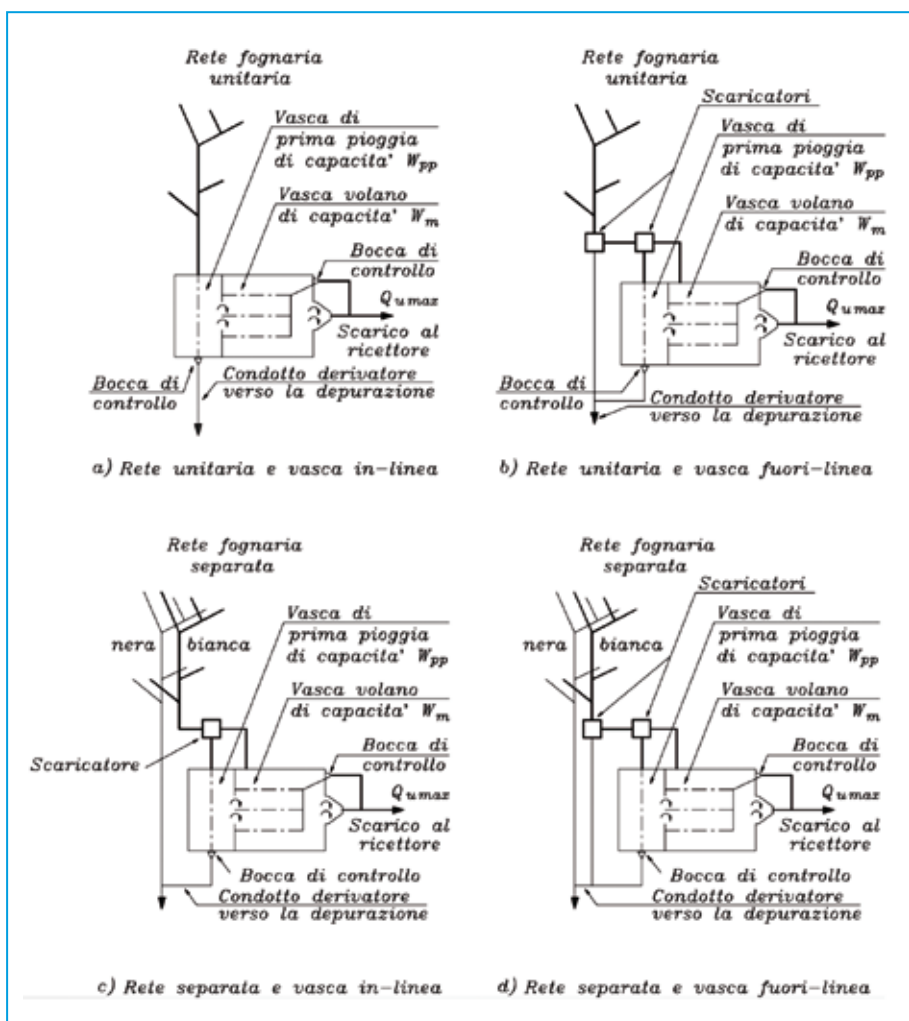
Vasche fuori linea: l'invaso, ricavato in derivazione rispetto ai collettori fognari, viene interessato dalla corrente solo nel momento in cui la portata supera il limite prefissato e sfiora da un apposito manufatto di separazione (scaricatore di piena). In questo caso, quindi, la dinamica dell'invaso è legata alle caratteristiche idrauliche sia del manufatto di separazione sia della bocca di uscita.

Figura 1 - Vasche di prima pioggia disposte in linea e fuori linea per reti fognarie unitarie e separate



Fonte: AA.VV, 1997

Figura 2 - Vasche volano disposte in linea e fuori linea per reti fognarie unitarie e separate



Fonte: AA.VV, 1997

3.2 Criteri di progettazione

Pur rimandando a testi specifici sull'argomento (AA.VV, 1997) per quanto concerne i valori di dimensionamento e gli accorgimenti progettuali e costruttivi, si vogliono qui richiamare alcuni concetti di carattere generale.

In primo luogo, nel caso di vasche in linea l'invaso è in pratica costituito da un collettore di sezione maggiorata rispetto a quella normale della fognatura. Per portate inferiori al valore prefissato la corrente percorre il collettore e fuoriesce senza invasare; per portate superiori la corrente si allarga e ha inizio l'invaso. La dinamica di tutto il processo dipende dalle caratteristiche idrauliche del dispositivo di uscita che, dunque, deve essere accuratamente progettato.

Invece nel caso delle vasche fuori linea l'invaso, ricavato in derivazione rispetto ai collettori fognari, viene interessato dalla corrente solo nel momento in cui la portata supera il limite prefissato

e sfiora da un apposito manufatto di separazione (scaricatore di piena). In questo caso, quindi, la dinamica dell'invaso è legata alle caratteristiche idrauliche sia del manufatto di separazione, sia della bocca di uscita.

Dal punto di vista dell'efficacia gli invasi fuori linea risultano migliori, in quanto consentono di separare meglio i deflussi di base, che proseguono indisturbati lungo la rete, da quelli che sfiorano nell'invaso.

L'ordine di grandezza dei volumi richiesti per le vasche di prima pioggia può variare tra i 25 e i 100 m³ per ettaro contribuente, mentre per i comparti di laminazione si può arrivare anche a 1250 m³ per ettaro contribuente, a seconda delle precipitazioni di progetto, delle caratteristiche idrologiche del bacino e delle portate massime ammissibili a valle (Becciu e Paoletti, 2010).

In questi ultimi anni si è assistito a una progressiva diversificazione delle tipologie costruttive degli invasi, in funzione delle problematiche che sono chiamati a risolvere e, soprattutto, per l'esigenza di rendere sempre più efficiente e meno onerosa la gestione. I principali limiti dei bacini di accumulo, quali interventi per il controllo degli scarichi in tempo di pioggia, si hanno negli investimenti economici richiesti con la loro realizzazione.

L'inserimento paesaggistico-ambientale di queste opere può essere un aspetto estremamente importante, tenuto conto delle ampie superfici necessarie (in particolar modo per le vasche di laminazione) e dei possibili impatti negativi in caso di non corretta progettazione e gestione:

- cattivi odori;
- scarsa igiene;
- pericolo di esondazione nelle zone limitrofe;
- possibile infiltrazione in falda di acqua inquinata.

4. CONCLUSIONI

Il controllo dell'impatto sui ricettori degli scarichi urbani di tempo piovoso richiede strategie differenziate in funzione delle esigenze di tutela e fruizione dei ricettori stessi. La protezione ambientale del corpo idrico ricettore, per i fini che derivano dalla particolare specificità del caso, può essere definita attraverso l'adozione del numero massimo degli scarichi tollerabile nel pre-assegnato periodo stagionale di interesse, con o senza la contemporanea determinazione della durata e entità del degradamento qualitativo tollerabile dall'ecosistema, in base ai principi stabiliti dalla procedura inglese dell'Urban Pollution Management.

In effetti, il criterio alternativo basato sulle curve "concentrazione - durata - frequenza" richiede approfondite conoscenze biochimiche dell'ecosistema atte a quantificare l'effetto transitorio dello scarico e i corrispondenti limiti di tollerabilità, mentre una notevole semplificazione può derivare dalla messa a punto del criterio basato sulla sola "frequenza di scarico" nel periodo di interesse.

Nei riguardi della progettazione le indagini preliminari devono quindi accertare, utilizzando una modellistica capace di ben rappresentare le prestazioni idrauliche delle strutture, fisse o mobili, di controllo del drenaggio urbano sia esistenti sia ipotizzate nei diversi scenari di potenziamento, in una lunga serie di eventi meteorici, scelti per ben rappresentare il regime pluviometrico del territorio di interesse.

Nei riguardi invece della gestione operativa della rete durante l'evento meteorico, il gestore, non potendo conoscere né la successione degli eventi futuri, né le loro caratteristiche spazio-temporali, non può prevedere quale sarà il numero di scarichi che potranno prodursi nel periodo successivo (Paoletti et al., 2007). Il gestore si trova quindi nel difficile compito di dover comunque attuare in tempo reale, e cioè nel corso stesso degli eventi, tutte le possibili regolazioni della rete atte a evitare l'insorgere di scarichi di tempo piovoso o a limitarne al massimo le conseguenze. Pertanto l'adozione della strategia consistente nella limitazione del numero degli scarichi impone la presenza di sistemi di drenaggio urbano dotati di strutture di controllo aventi ampi margini operativi e riserve di sicurezza.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1997. *Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione*. Ed. Centro Studi Deflussi Urbani - Hoepli, Milano.
- Alley W.M., Smith P.E., 1981. *Estimation of accumulation parameters for urban runoff quality modelling*. Water Resources Research, vol. 17, n. 6.
- Artina S., Maglionico M., 2002. *Dimensionamento di vasche di prima pioggia secondo criteri di "stream standard"*. Atti della II Conferenza Nazionale sul Drenaggio Urbano. Palermo, 10-12 maggio 2000, CSDU, Milano, 129-138.
- Barco O.J., Ciaponi C., Papiri S., 2004. *Inquinamento delle acque meteoriche di dilavamento. Il caso del bacino urbano residenziale di Cascina Scala (Pavia)*, 29° Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Trento, 7-10 settembre 2004.
- Becciu G., Paoletti A., 2010. *Fondamenti di Costruzioni Idrauliche*, Utet Scienze Tecniche, Torino.
- Brombach H., Weiß G., Fuchs S., 2004, *Combined or separate sewer systems? A critical comparison using a new database on urban runoff pollution*. Atti del Convegno "Novatech 2004", 5th International Conference, Lyon, France, 6-10 June 2004.
- Campisano A., Sanfilippo U., 2011. *Controllo in tempo reale di sistemi di fognatura*. Centro Studi Idraulica Urbana, Milano, 2011, 144 pp., ISBN: 9788890322341.
- Crabtree R., Dempsey P., Becker M., Gent R.J., Simpson K., Bryan D., 1993. *UPM Applications Methodology - Final Report*. Foundation of Water Research, Report No. FR Q384, UK.
- Foundation for Water Research, 1994, 1998, *Urban Pollution Management (UPM) Foundation for Water Research*, Marlow, Buckinghamshire, UK.
- Huber W.C., 1986. *Deterministic modeling of urban runoff quality*. NATO Huber W.C., Dickinson R.E. (1988). Storm Water Management Model:
- Hvitved-Jacobsen T., 1986. *Conventional pollutant impacts on receiving waters, a review paper*. In H.C. Torno, J. Marsalek and M. Desbordes (Eds.), Urban Runoff Pollution, proceedings of a Workshop on Urban Runoff Pollution, Montpellier, France, Aug. 25-30, 1985. NATO ASI Series G: Ecological Sciences, Vol. 10, Springer Verlag, pp. 345-378.
- Lamarre J., Duong D. T., Charron A., Colas H., 2005. *The city of Montreal's overflow control program*. 10° ICUD, Copenhagen
- Paoletti A., Rossetti S., Ciccarelli V., 2008. *Studio della fognatura di Riccione*. Società Italiana Servizi spa (Riccione), Etatec srl, 2008.
- Paoletti A., Sanfilippo U., Becciu G., 2007. *Filling and emptying cycles for stormwater storage tanks in separated systems*. Atti del Convegno "Novatech 2007", 6th International Conference, Lyon, France.
- Sørensen S., Kofod Andersen N., 2005. *Alarm system for bathing water in the harbours of Copenhagen*. 10° ICUD, Copenhagen.

GESTIONE DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA IN EMILIA-ROMAGNA

G. BARDASI¹, E. DAL BIANCO¹, M. MAGLIONICO²

¹ARPA Emilia-Romagna Direzione Tecnica

²Università di Bologna - DICAM - Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali

ABSTRACT

L'articolo espone la situazione normativa in Emilia-Romagna riguardo la gestione delle acque meteoriche di prima pioggia e di dilavamento mettendo in luce degli esempi pratici realizzati negli ultimi anni in alcuni ambiti provinciali al fine di fornire gli elementi utili per l'individuazione dei contributi di maggior impatto ambientale, sia attraverso l'utilizzo di una metodologia empirica basata su indagini quali-quantitative sia tramite l'utilizzo di modelli di simulazione. E' stato inoltre riportato un esempio di applicazione della normativa regionale al fine di individuare gli scaricatori a maggiore impatto per la Provincia di Rimini.

Parole chiave: acque di prima pioggia, reti fognarie, normativa, modellazione.

1. INTRODUZIONE

Durante i periodi piovosi, i processi biologici negli impianti di depurazione non possono trattare portate che eccedano 2 o 3 volte la portata media di tempo secco. Per evitare questo sovraccarico idraulico e per ridurre gli allagamenti nei centri urbani le reti fognarie, prevalentemente di tipo unitario, sono provviste di scaricatori di piena che, in tali periodi, scaricano le eccedenze direttamente verso i corpi idrici ricettori, affliggendoli con elevati carichi inquinanti. Poiché tali scarichi avvengono anche durante eventi meteorici di modesta entità, la loro frequenza è spesso molto elevata (in alcune regioni italiane, fino a 50-70 volte all'anno), con impatti negativi sull'ambiente, sulla vita dei pesci e sulla salute umana.

In base a quanto riportato nell'art. 39 del D.Lgs. 152/99, modificato dall'articolo 113, Parte III del D.Lgs. 152/2006, le Regioni sono state delegate, previo parere del Ministero dell'Ambiente, a disciplinare le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia; per questo motivo la Regione Emilia-Romagna (di seguito RER) ha provveduto a disciplinare in tal senso le acque di prima pioggia con la Delibera di Giunta Regionale n° 286 del 14/02/2005 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio aree esterne", la Delibera di Giunta Regionale n° 1860 del 18/12/2006 "Linee Guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della Deliberazione G.R. N. 286/05", unitamente alla Delibera di Giunta Regionale n° 1083 del 26/07/2010 "Linee guida per la redazione dei Piani di Indirizzo in riferimento all'applicazione del punto 3.6 della DGR 286/2005".

In particolare le direttive regionali sanciscono la necessità di inserire le azioni di contenimento del carico inquinante veicolato dalle acque di prima pioggia all'interno di uno specifico Piano di Indirizzo che deve contenere i programmi specifici di ricondizionamento degli scolmatori con soglie di sfioro difformi dai parametri di riferimento, le linee di intervento per la localizzazione e il dimensionamento delle vasche di prima pioggia delle reti esistenti a servizio dei principali agglomerati, i livelli di prestazione dei nuovi sistemi di drenaggio per le aree di espansione residenziale e produttiva/commerciale, gli interventi prioritari per il conseguimento degli obiettivi fissati dal

Piano di Tutela delle Acque (di seguito PTA). Il Piano di Indirizzo rientra nella Pianificazione d'Ambito del Servizio Idrico Integrato ed è strumento di attuazione del PTA; è redatto dalle Province di concerto con ATERSIR (la nuova Agenzia territoriale dell'Emilia-Romagna per i servizi idrici e rifiuti) e con la collaborazione del Gestore del Servizio Idrico Integrato, è approvato dalla Provincia in variante al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) e fa parte delle misure del PTA per il conseguimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

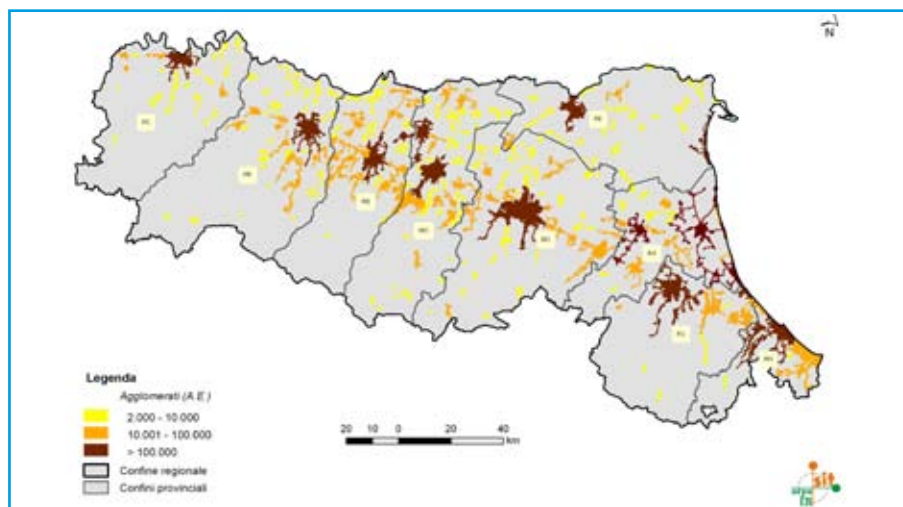
Tenendo conto dell'orientamento europeo che mira al raggiungimento dello stato qualitativo buono su tutti i corpi idrici, come individuati dal Decreto 16 giugno 2008, n. 131 (Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici - tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) nella DGR 1083/2010 viene specificato che si ritiene di dover applicare l'analisi delle pressioni derivanti dalle acque meteoriche a tutti gli agglomerati di consistenza superiore o uguale a 10.000 Abitanti Equivalenti. In questa classe sono stati individuati 68 agglomerati che, in termini di AE, rappresentano circa l'81% del totale regionale.

Tabella 1 - Numero AE nominali negli agglomerati in Emilia-Romagna (anno 2009)

| Provincia | > 10.000 | | totale | |
|---------------|----------|-----------|--------|-----------|
| | n° | AE | n° | AE |
| Piacenza | 5 | 199.664 | 650 | 344.238 |
| Parma | 8 | 434.153 | 381 | 611.117 |
| Reggio Emilia | 7 | 372.301 | 416 | 484.868 |
| Modena | 13 | 626.086 | 417 | 822.928 |
| Bologna | 12 | 896.763 | 317 | 1.118.702 |
| Ferrara | 4 | 370.527 | 414 | 533.320 |
| Ravenna | 10 | 865.268 | 79 | 914.371 |
| Forlì-Cesena | 5 | 482.124 | 167 | 541.799 |
| Rimini | 4 | 828.562 | 107 | 853.686 |
| Totale | 68 | 5.075.448 | 2.948 | 6.225.029 |

Fonte: Regione Emilia-Romagna, 2011

Figura 1 - Agglomerati urbani in Emilia-Romagna (anno 2009)



Fonte: annuario ARPA ER, 2011

Per l'individuazione degli scolmatori a più forte impatto è possibile ricorrere sia a strumenti di modellazione di tipo matematico, che seguire un approccio empirico basato sul confronto diretto di una serie omogenea di dati rilevati.

2. CARATTERIZZAZIONE DEGLI SCOLMATORI DI PIENA

Per effettuare una valutazione circa il "peso ambientale" di uno specifico scolmatore o di uno scarico di fognatura bianca, nel contesto urbano in cui è inserito ovvero in una più ampia porzione territoriale, la DGR 1083/2010 indica che è indispensabile la raccolta e l'elaborazione di una serie di dati e informazioni sulla rete fognaria e sul manufatto stesso. Questo indipendentemente dalla metodologia di confronto che si andrà ad attuare, sia attraverso valutazioni semplificate sia tramite l'impiego di modelli di simulazione.

Considerata l'ingente mole di dati necessari, può essere opportuno circoscrivere le aree da sottoporre a ulteriori rilievi e approfondimenti sulla base di una ricognizione preliminare dei dati disponibili.

Per le **reti fognarie miste** dovranno essere analizzate prioritariamente le seguenti informazioni:

- rappresentazione dello schema funzionale della rete fognaria con l'obiettivo di definire il collegamento tra i vari manufatti scolmatori;
- delimitazione della superficie del bacino fognario "diretto afferente" e del bacino "derivato afferente" allo scolmatore e calcolo dell'equivalente superficie impermeabile attraverso l'applicazione di un valore medio del coefficiente d'afflusso caratterizzante il bacino in oggetto;
- tipologia del bacino afferente (residenziale, produttivo, ecc...);
- definizione del tempo di corrivazione, caratteristico del bacino sotteso dallo scolmatore;
- individuazione e classificazione del corpo idrico ricettore dello scarico del manufatto così come previsto dalla Direttiva 2000/60/CE.

A seguito dell'analisi iniziale, e limitatamente alle aree che presentano maggiori criticità, la DGR 1083/2010 indica che è opportuno approfondire l'indagine conoscitiva acquisendo anche i seguenti elementi:

- valori di portata nera media di tempo secco (Q_n) e di portata di inizio scolmo (Q_{im}) e, di conseguenza, del rapporto di diluizione specifico del manufatto scolmatore;
- valore dell'intensità minima di pioggia, espressa in mm/h , che protratta per un tempo superiore al tempo di corrivazione determina l'attivazione dello scolmatore;
- volume annuo sversato in acque superficiali dal manufatto; valore ottenuto avendo come riferimento il valore medio di pioggia annuo della località interessata.

Per le **reti fognarie separate** dovranno essere analizzate le informazioni già descritte per le reti miste e ovviamente non si considererà il rapporto di diluizione dello scolmatore.

Ottenuti i valori sopra richiamati è possibile, una volta inseriti in tabulati di confronto, eseguire una comparazione tra i diversi manufatti evidenziando immediatamente e in modo intuitivo i punti di maggior criticità ovvero i manufatti più significativi per il contesto territoriale analizzato.

Per i manufatti particolarmente significativi è auspicabile ricorrere a una campagna di indagine strumentale correlata agli eventi meteorici effettivi, che consenta di determinare i reali volumi e i carichi specifici sversati in acque superficiali.

I benefici, in termini di fattori percentuali di riduzione degli inquinanti, ottenibili con la realizzazione di interventi strutturali, sono successivamente deducibili con buona approssimazione applicando ad esempio grafici sperimentali relativi a valutazioni già effettuate in realtà territoriali regionali presenti nelle Linee Guida DGR 1860/2006.

3. METODO EMPIRICO PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI SCOLMATORI A FORTE IMPATTO

Il metodo opera una stima della massa totale di inquinante sversato dagli scaricatori in funzione della porzione di superficie urbana impermeabile a monte degli scaricatori stessi. La valutazione

del carico sversato dagli scaricatori di piena terrà conto delle superfici urbane impermeabili sulla base della sovrapposizione dei tematismi aggiornati della:

- copertura CORINE Land Cover Project che individua al riguardo l'urbano continuo, l'urbano discontinuo, le aree industriali/commerciali, gli aeroporti, le aree verdi urbane e le aree sportive/ricreative, ma che non fornisce la perimetrazione dei singoli centri abitati;
- copertura CENSUS dell'ISTAT, che delimita con un perimetro chiuso gli areali urbani.

Le due cartografie saranno sovrapposte, il CENSUS per definire il centro abitato, il CORINE per attribuirvi la reale superficie urbana, con le relative distinzioni disponibili, calibrando le attribuzioni del carico al bacino imbrifero mediante l'ubicazione reale della rete fognaria e dei manufatti scolmatori.

Per quanto riguarda gli apporti unitari di carico sono di norma da considerare i seguenti valori per ettaro urbano impermeabilizzato e per mm di pioggia caduta nel periodo di riferimento, considerando le piogge medie locali, per Comune:

- $BOD_5 = 0,297 \text{ kg/ha}_{imp}/\text{mm}$
- $COD = 0,680 \text{ kg/ha}_{imp}/\text{mm}$
- $P_{tot} = 0,010 \text{ kg/ha}_{imp}/\text{mm}$
- $N_{tot} = 0,032 \text{ kg/ha}_{imp}/\text{mm}$

I dati derivano da uno studio condotto in un bacino sperimentale della rete fognaria della città di Bologna, nell'ambito di una ricerca finanziata dalla Comunità Europea sotto il programma INNOVATION (Artina et al., 1999). La normativa prevede che si possano utilizzare valori diversi da quelli sopra riportati qualora ricavati sperimentalmente da indagini specifiche condotte sul territorio in esame.

Nelle località oggetto di studio i risultati della stima effettuata a livello regionale mostrano che circa il 40% del carico sversato dagli sfioratori di piena, presenti nel territorio regionale, appartiene ad agglomerati che interessano i capoluoghi regionali (Tabella 2).

Tabella 2 - Percentuale di carico sversato dagli sfioratori di piena (anno 2005)

| AGGLOMERATO | % |
|----------------|-----|
| PIACENZA | 3 |
| PARMA | 4 |
| REGGIO EMILIA | 4 |
| MODENA | 4 |
| BOLOGNA | 10 |
| FERRARA | 4 |
| RAVENNA | 2 |
| FORLI' | 4 |
| RIMINI | 4 |
| TOT CAPOLUOGHI | 40 |
| TOT RER | 100 |

Fonte: PTA Regione Emilia-Romagna, 2005

4. ADOZIONE DI MODELLI MATEMATICI DI SIMULAZIONE

I modelli matematici rappresentano un utile strumento in grado di simulare il comportamento idraulico della rete di drenaggio urbano durante gli eventi meteorici ed il carico inquinante da essa veicolato. A fronte di numerosi dati in input tra cui:

- dati meteo climatici e pluviometrici;
- caratteristiche del bacino scolante (topografia, geologia, uso del suolo, fonti di inquinamento...);

- caratteristiche della rete complete di dati geometrici e posizionamento dei manufatti scolmatori;

i modelli matematici forniscono in output la simulazione della propagazione della portata e degli inquinanti dilavati dalla superficie scolante in funzione dell'evento meteorico simulato.

Attraverso l'impiego di modelli matematici per la simulazione delle reti di drenaggio urbano si possono conseguire i seguenti obiettivi:

- determinare l'andamento delle portate, delle velocità e dei volumi di piena nelle varie sezioni d'interesse delle reti;
- determinare l'impatto conseguente all'attivazione degli scaricatori di piena in termini di frequenza degli scarichi, di volumi e delle masse inquinanti sversate;
- determinare le mitigazioni idrauliche ed ambientali ottenibili con l'adozione di invasi;
- valutare l'efficacia di sistemi di controllo in tempo reale delle reti fognarie e degli impianti di depurazione al fine di ottimizzare le capacità d'invaso delle reti e diminuire l'impatto qualitativo sui recettori;
- individuare una gestione ottimizzata degli impianti di sollevamento con conseguenti risparmi energetici.

Occorre comunque fare attenzione agli eventi pluviometrici da adottarsi per le valutazioni sopra descritte in quanto la disponibilità di serie pluviometriche piuttosto che singoli eventi pluviometrici rende più affidabile il risultato. È infatti noto che per studiare i fenomeni idraulici possono essere idonei anche singoli eventi pluviometrici reali o sintetici (ad esempio eventi tipo Chicago), ma per affrontare gli aspetti di qualità diventa essenziale definire il tempo secco antecedente, durante il quale avviene la generazione degli inquinanti sulla superficie del bacino. Usualmente per affrontare in dettaglio gli aspetti di qualità e il peso ambientale degli scolmatori sarebbe consigliabile simulare almeno un anno di dati pluviometrici.

5. CRITICITÀ DELLE ZONE COSTIERE

L'art. 28 del PTA regionale prevede per gli agglomerati di consistenza superiore a 20.000 Abitanti Equivalenti ricadenti nella fascia compresa nei 10 km dalla linea di costa, l'adozione di specifici sistemi di gestione delle acque di prima pioggia, che consentano di ridurre il carico sversato nei corsi d'acqua del 70% entro il 2016.

La specificità delle acque costiere è relativa sia alla particolarità dell'ecosistema marino quale corpo ricettore degli scarichi che alle sue destinazioni d'uso.

Le misure previste dal PTA, infatti, sono funzionali al raggiungimento di obiettivi di qualità ambientale e a obiettivi relativi alla destinazione d'uso, che nel caso delle acque costiere si configurano come:

- il buono stato dell'ecosistema marino/costiero;
- la balneabilità delle acque nel periodo estivo;
- la buona qualità dell'acqua in funzione degli allevamenti di molluschi.

Gli scolmatori costieri recapitano in mare, unitamente al carico organico, un rilevante carico microbiologico che può generare limitazioni alla balneabilità per motivi sanitari, oltre che ambientali, ed impattare negativamente sulla molluschicoltura. In particolare, la necessità di mantenere la balneabilità nelle zone costiere dedite al turismo è un'ulteriore motivazione ad intervenire per gestire adeguatamente il carico degli scolmatori costieri.

Il D.Lgs. 116/08, che sostituisce il D.P.R. 470/82, introduce obiettivi di qualità per le acque di balneazione e prevede l'informazione al pubblico relativamente al profilo delle acque di balneazione ovvero la conoscenza, oltre che delle caratteristiche fisiche ed idrologiche delle stesse, anche delle acque superficiali del bacino drenante e delle potenziali cause di inquinamento. In tale contesto, la presenza, il funzionamento e la gestione degli scolmatori sono elementi da valutare in quanto possono compromettere lo stato di qualità delle acque di balneazione.

Da questo punto di vista appare prioritario intervenire sugli scolmatori a mare in modo da garantire il raggiungimento degli obiettivi delle acque costiere. Le soluzioni proposte consistono nella realizza-

zione di vasche di accumulo per la prima pioggia e rinvio al depuratore unitamente alla realizzazione di condotte sottomarine di rilancio della seconda pioggia, o di sistemi di trattamento in loco che inviino le acque di sfioro a una certa distanza dalla costa. L'obiettivo primario rimane lo sdoppiamento del sistema fognario, che purtroppo rimane tecnicamente non sempre perseguibile.

6. ESEMPIO DI PIANO DI INDIRIZZO PER LA PROVINCIA DI RIMINI

Lo sviluppo del Piano di Indirizzo per la Provincia di Rimini si è concluso nel 2012 e le relazioni prodotte sono disponibili sul sito della Provincia di Rimini (<http://www.provincia.rimini.it/ambiente>). Gli agglomerati per la provincia di Rimini sono stati individuati tenendo conto dello sviluppo della rete fognaria presente e futuro:

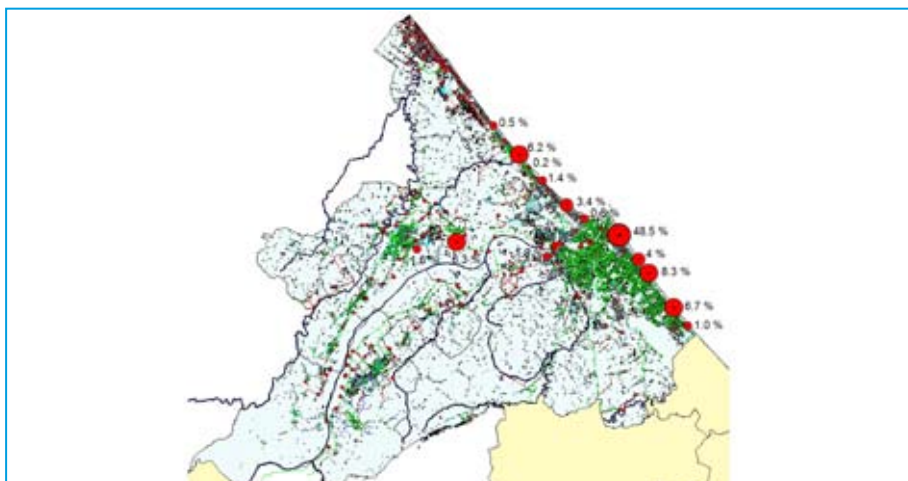
- Rimini - Val Marecchia - Bellaria;
- Riccione - Coriano;
- Misano - Cattolica.

Pertanto le valutazioni di abbattimento del carico inquinante del 70% derivante dagli scaricatori di piena è stato effettuato analizzando i tre agglomerati in modo distinto.

Per l'intera Provincia sono stati realizzati tre modelli matematici dei sistemi fognari dei tre agglomerati con grado di dettaglio differente in funzione delle informazioni disponibili. La modellazione matematica ha preso in considerazione tre distinti scenari: lo stato 0 - che rappresenta i sistemi fognari privi di invasi; lo stato 1 - che rappresenta i sistemi fognari nella configurazione attuale e infine lo stato 2 - che rappresenta i sistemi fognari con già inseriti gli interventi finalizzati a ridurre il carico inquinante del 70% rispetto allo stato 0. Il parametro di riferimento per valutare il peso ambientale degli scaricatori di piena è stato il COD in grado di tenere in conto sia del contributo delle acque reflue sia del dilavamento delle aree urbane. Il modello è stato calibrato sulla base di eventi pluviometrici reali per i quali era disponibile sia la pioggia, sia la misura di livello in diversi punti del sistema fognario. Una delle peculiarità del sistema fognario è la presenza di numerose paratoie telecontrollate che raggiunto un livello prefissato all'interno dei collettori si aprono e sversano le acque nei ricettori (Casadio et al., 2010). Questo aspetto, senza l'ausilio di un software di simulazione non sarebbe stato possibile rappresentarlo in modo adeguato.

Simulando diversi eventi pluviometrici di diverse caratteristiche sia d'intensità e durata, sia di tempo secco antecedente è stato valutato il peso ambientale dei diversi scaricatori di piena presenti (Figura 2).

Figura 2 - Peso ambientale dei diversi scaricatori di Rimini



Fonte: Piano di indirizzo della Provincia di Rimini (<http://www.provincia.rimini.it/ambiente>)

Gli obiettivi di qualità previsti dal PTA sono stati raggiunti non solo attraverso la realizzazione di invasi, ma anche separando parti di reti fognarie attualmente miste e ottimizzando il funzionamento degli impianti presenti.

Il piano di indirizzo ha anche provveduto a definire delle linee guida per la gestione delle acque di prima pioggia nelle nuove urbanizzazioni. In particolare per le aree a destinazione residenziale è stato previsto il completo smaltimento in loco delle acque dei tetti e delle superfici impermeabilizzate non suscettibili di dilavamento di sostanze pericolose. Per le aree a destinazione produttiva-commerciale si dovrà avere la separazione delle acque di prima pioggia derivanti dalle superfici suscettibili di essere contaminate e alla loro immissione nella fognatura nera aziendale; si dovrà prevedere la gestione delle acque di prima pioggia e degli sversamenti accidentali per le aree comuni, strade e parcheggi, solo qualora la superficie complessiva dell'area urbanizzata sia superiore a 3 ettari. Ulteriori dettagli e approfondimenti sono presenti nei documenti disponibili sul sito della Provincia di Rimini (<http://www.provincia.rimini.it/ambiente>).

7. CONCLUSIONI

Nel presente lavoro si è sintetizzata la normativa adottata nella Regione Emilia-Romagna al fine di mitigare l'impatto delle acque di prima pioggia sui corpi idrici ricettori. Tale normativa prevede lo studio di dettaglio dei sistemi fognari esistenti attraverso indagini di campo, ma anche, se possibile, l'impiego di modelli matematici di simulazione.

Tali studi e indagini è previsto siano eseguiti a scala Provinciale in modo da individuare gli scolmatori più significativi e quindi non disperdere gli interventi, ma focalizzare le risorse solo laddove l'intervento possa portare a benefici significativi. E questo non solo per ottimizzare gli interventi, ma anche per limitare gli interventi gestionali sulle opere previste. Gli studi realizzati devono pertanto portare alla redazione del "Piano di Indirizzo" nel quale siano individuati gli interventi per raggiungere l'abbattimento della massa inquinante sversata dagli scolmatori delle quantità previste nel PTA. A conclusione del lavoro si è riportata una sintesi del Piano di indirizzo realizzato per la Provincia di Rimini.

BIBLIOGRAFIA

ARPA Emilia-Romagna "La qualità dell'ambiente in Emilia-Romagna - Annuario dei dati 2010" - 2012

Artina S., Bardasi G., Borea F., Franco C., Maglionico M., Paoletti A., Sanfilippo U., 1999. *Water quality modelling in ephemeral streams receiving urban overflows. The pilot study in Bologna*. Proceedings of the 8th International Conference on Urban Storm Drainage. pp.1589-1596, ISBN: 0-85825-718-1, Sydney, 30 Agosto - 3 Settembre 1999.

Bissoli R., Bardasi G., Leonardi E., Dal Bianco E., Branchi M., 2011. 3° Rapporto sulle attività di smaltimento delle acque reflue urbane e dei fanghi 2005-09. Regione Emilia-Romagna.

Casadio A., M. Maglionico, D. Preci, 2010. *Prevenire gli sversamenti in mare con la modellazione*, *Ecoscienza*, n. 2, pp. 64-65, 2010.

Provincia di Rimini, 2012. *Piano di Indirizzo per la gestione delle acque di prima pioggia*.

Regione Emilia-Romagna, 2005. *Piano di Tutela delle Acque*.

SISTEMI DI TIPO DIFFUSO PER IL CONTENIMENTO DEI DEFLUSSI METEORICI URBANI

G. BECCIU¹, A. PAOLETTI² E U. SANFILIPPO¹

¹ Politecnico di Milano, DICA Sez. SIA, ² ETATEC srl, Milano

ABSTRACT

Nella memoria vengono presentate le principali tipologie d'interventi distribuiti sull'area urbanizzata che, in combinazione o in sostituzione con le vasche di pioggia, sono atte a favorire l'infiltrazione nel suolo delle precipitazioni allo scopo di ridurre l'impatto. Tali metodologie vengono solitamente indicate con l'acronimo BMP (Best Management Practices) o SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems). Soprattutto negli Stati Uniti e in alcuni Paesi europei, vari interventi di questo genere hanno mostrato buoni risultati purché correttamente gestiti e mantenuti. In Italia, tuttavia, essi sono ancora poco utilizzati e il controllo quali-quantitativo degli scarichi è ancora solitamente affidato agli invasi.

Parole chiave: BMPs, SUDS, impatto sui ricettori, controllo scarichi di piena.

1. INTRODUZIONE

Le dinamiche evolutive delle aree urbane nell'epoca contemporanea comportano, com'è noto, sempre maggiori problemi non solo infrastrutturali ma anche ambientali, tanto nei Paesi avanzati quanto in quelli emergenti o in via di sviluppo. Ciò deriva, in ultimi analisi, sia dai fenomeni demografici di trasferimento degli abitanti dalle aree rurali e dai piccoli centri verso le città di dimensioni medie e grandi, con conseguente aumento della estensione delle aree urbanizzate, sia dal miglioramento del tenore di vita e del livello dei fabbisogni (anche idrici) della popolazione (Rosso e Sanfilippo, 2012). Il risultato di tali processi socio-economici è un crescente squilibrio del naturale ciclo idrologico dell'acqua nelle aree urbane.

La trasformazione dei suoli liberi in superfici urbanizzate, e quindi rese assai più impermeabili, porta, infatti, non solo un incremento delle difficoltà di approvvigionamento ma pure l'aumento delle quantità d'acqua di precipitazione che si accumulano e scorrono in superficie, limitando l'infiltrazione nel terreno e l'evaporazione in atmosfera. I sistemi di drenaggio esistenti, sia quelli naturali rimasti attivi nel tessuto urbano sia quelli artificiali (fognature), si dimostrano progressivamente sempre meno adeguati a convogliare interamente le acque di ruscellamento superficiale. Questo provoca da un lato un aumento della frequenza degli allagamenti e dall'altro anche l'immissione nell'ambiente, in modo diretto o indiretto attraverso gli scarichi di piena, d'ingenti quantità di sostanze inquinanti trasportate da queste acque. Secondariamente, in diverse aree climatiche del pianeta si sta verificando una tendenziale maggiore frequenza di eventi meteorici estremi per intensità e concentrazione nel tempo. Da ultimo, ma non meno importante, le crescenti difficoltà nel destinare risorse finanziarie all'adeguamento continuo delle infrastrutture di drenaggio contribuiscono all'accentuazione di tali criticità.

In molti Paesi si è quindi da qualche anno sviluppata la consapevolezza che tali problemi si possono affrontare e risolvere solo se si ricerca un riequilibrio del ciclo idrologico a scala urbana, creando al contempo sistemi urbanistici e infrastrutturali che risultino in grado di adattarsi

all'evoluzione prevedibile del contesto climatico, e soprattutto sia in generale maggiormente resiliente alle potenziali criticità.

Questi obiettivi possono essere raggiunti tramite la combinazione d'interventi di riqualificazione idraulica del tessuto urbano e dell'infrastruttura di drenaggio esistente, con l'applicazione a microscala di "buone pratiche" ingegneristiche nella gestione e nel controllo delle acque nelle aree di nuova urbanizzazione. Questo tipo d'interventi diffusi nel territorio urbano, solitamente indicati con l'acronimo BMP (Best Management Practices) o SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems), consente di ridurre significativamente il deflusso superficiale in occasione di piogge anche intense, sia in termini di volume che di portate massime. In particolare, la strategia di questi interventi è quella di controllare a monte il deflusso meteorico prima che sia raccolto e convogliato dalle reti di fognatura, reindirizzandolo localmente verso l'infiltrazione nel terreno e l'evaporazione in atmosfera oppure trattenendolo temporaneamente in invasi locali di entità medio-piccola.

Queste strategie, singolarmente di costo limitato e tuttavia assai efficaci a livello complessivo, richiedono peraltro un dimensionamento molto attento per evitare, per ovvie considerazioni di protezione civile e per rispondere alle esigenze di minimizzare il rischio residuo comunque ineliminabile, che nel corso di eventi particolarmente intensi le aree potenzialmente protette si trovino improvvisamente sottoposte a esondazioni rovinose, con ingenti danni a cose e persone.

I benefici di questo tipo d'interventi a monte, per loro natura distribuiti nell'area urbana, sono sia di tipo economico che di tipo ambientale. I primi sono da mettere in relazione ai minori costi di adeguamento dei sistemi di drenaggio urbano e alla loro maggiore efficienza (Andoh e Declerck, 1999; Simon e Terfrüchte, 1999). I secondi derivano sia dalla diminuzione di portate, volumi e masse d'inquinanti scaricati nei corpi idrici ricettori dagli scaricatori di piena delle fognature e dagli impianti di trattamento delle acque reflue, sia dall'aumento della quantità di afflusso meteorico destinata nuovamente all'infiltrazione e all'evaporazione, con ricadute positive sulla ricarica delle falde e sul microclima urbano.

2. I SISTEMI DI CONTROLLO DIFFUSO DEI DEFLUSSI METEORICI

Questi sistemi mirano a ottenere una limitazione sia dei volumi che delle portate di deflusso meteorico immessi in fognatura. Per ridurre i volumi è necessario reindirizzare parte di tale deflusso verso l'infiltrazione nel terreno e/o verso l'evaporazione nell'atmosfera.

Nel primo caso si ricorre a opere filtranti, come per esempio pozzi filtranti e bacini d'infiltrazione, o a pavimentazioni permeabili. Per motivi di protezione ambientale è necessario che tutte le acque destinate all'infiltrazione non siano inquinate in modo significativo. Nel secondo caso si ricorre principalmente alla riconversione a verde di superfici impermeabili, come i tetti e le pareti degli edifici.

Per ridurre le portate è necessario usare invasi di laminazione locali, cioè prima dell'ingresso in fognatura, per immagazzinare temporaneamente quella parte di deflusso meteorico che deve comunque essere convogliata e trattata a valle da un impianto di depurazione perché inquinata (Hamacher e Haußmann, 1999; Argue, 1999). La laminazione locale può avvenire sfruttando i volumi disponibili in opere realizzate ad altro scopo, quali coperture piane di edifici o parcheggi dotati di appositi sistemi di controllo sui bocchettoni e sulle caditoie, oppure realizzando invasi locali, come pozzetti maggiorati, vasche interratoe o aree di accumulo all'aperto (Piel e al., 1998; Bowditch e Phillips, 1998a e 1998b; Rivard e Dupuis, 1999). Generalmente le opere d'infiltrazione svolgono anche una funzione di laminazione locale, essendo usualmente necessario un volume di accumulo temporaneo la cui entità è funzione della permeabilità del suolo.

2.1 Criteri progettuali

In aderenza al concetto di "gestione" del rischio idraulico della Direttiva europea 2009/60, gli interventi BMP o SUDS sono tesi, oltre ai generali benefici prima esposti, alla riduzione del rischio,

inteso come combinazione della probabilità dell'evento calamitoso (esondazioni, allagamenti) nelle aree interessate e della vulnerabilità ed esposizione delle aree medesime. Ne consegue che tale riduzione deve essere ricercata attraverso sia l'adozione di misure strutturali di infiltrazione e laminazione idonee a ridurre, ma purtroppo mai ad azzerare, la probabilità dell'evento con misure di protezione passiva o di buona disciplina delle aree comunque ricadenti nelle condizioni di rischio residuo.

Ai fini della riduzione della probabilità dell'evento calamitoso le misure strutturali sono proiettate a rispondere alle sollecitazioni derivanti da eventi di elevato tempo di ritorno, regolamentati in modo differenziato dalle Istituzioni competenti in funzione della sensibilità al rischio delle aree. In Lombardia ad esempio è allo studio una nuova normativa regionale che prevede per le aree più sensibili interessate da nuovi insediamenti l'adozione del tempo di ritorno 50 anni per il dimensionamento delle strutture di infiltrazione e laminazione e del tempo di ritorno 100 anni per il riscontro dei franchi di sicurezza delle medesime strutture e delle altre misure passive di protezione.

2.2 Opere d'infiltrazione

La soluzione più semplice per ridurre i volumi di deflusso superficiale immessi in fognatura è smaltirne una parte mediante infiltrazione nel terreno. Le opere per mettere in atto questa strategia possono essere di diverso tipo, in relazione alle caratteristiche dei suoli e ai vincoli urbanistici. Nel più semplice dei casi si possono utilizzare aree vegetate che naturalmente o artificialmente formino delle depressioni in cui convogliare parte delle acque meteoriche (Figura 1). In contesti urbani fortemente impermeabilizzati si ricorre spesso a pozzetti d'infiltrazione e/o a pavimentazioni permeabili.

In terreni poco permeabili o con un alto livello della falda, si può migliorare l'efficienza dell'opera realizzando un volume di accumulo sotto la superficie del suolo. Questo volume, realizzato mediante uno strato filtrante granulare, consente di laminare i deflussi convogliati nell'area, prolungando nel tempo il processo d'infiltrazione. In questi casi può diventare necessario installare anche dreni sotterranei che convogliano le acque in eccesso alla rete di drenaggio, evitando la saturazione completa del terreno e il conseguente allagamento dell'area (Hütter e al., 1998). Soprattutto nel caso di aree d'infiltrazione vegetate senza volume di accumulo sottostante, è importante tenere conto che se i volumi immessi sono significativi rispetto alla capacità d'infiltrazione del terreno allora possono crearsi invasi temporanei caratterizzati da tempi lunghi di svuotamento che, soprattutto in assenza di una manutenzione adeguata, possono rendere questi fossi fonte di cattivi odori e habitat ideale per lo sviluppo d'insetti molesti.

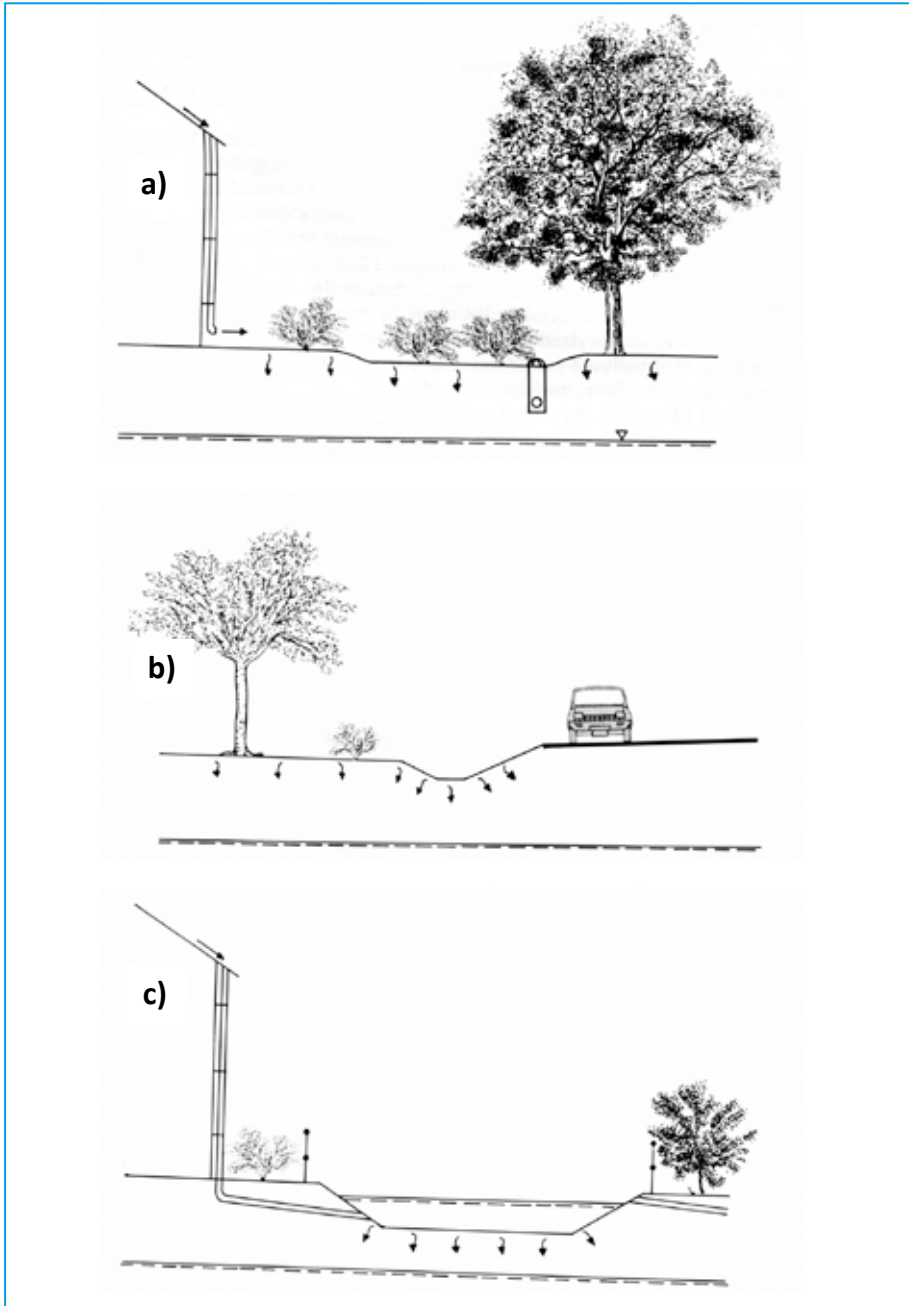
È da sottolineare che si deve tener conto del pericolo di progressivo intasamento nel tempo delle strutture infiltranti; inoltre nel corso di un evento importante e prolungato le portate smaltibili nel sottosuolo dalle opere di infiltrazione possono ridursi a causa della progressiva saturazione del suolo. Nell'ottica pertanto di un dimensionamento proiettato verso la categoria degli eventi rari e molto intensi, diviene molto importante una corretta stima dei coefficienti di permeabilità a lungo termine e in condizioni di elevata saturazione. Quando tali coefficienti scendono su ordini di grandezza di $10_5 \div 10_6$ m/s o ancora più bassi allora le portate di infiltrazione risultano molto minori delle portate di pioggia intensa ed emerge quindi la necessità di trattenere i volumi idrici in eccesso in appositi invasi di laminazione. L'infiltrazione è poi decisiva, ma dopo l'evento, nella lenta dispersione nel sottosuolo delle acque accumulate durante l'evento.

2.3 Opere di laminazione

La laminazione delle portate meteoriche, come noto, è realizzata mediante il loro accumulo temporaneo in invasi, con lo scopo di rilasciarle successivamente in tempi più lunghi e con portate inferiori. Nel caso dei sistemi di controllo diffuso a monte dell'ingresso in fognatura, a questo scopo si realizzano piccole vasche sotterranee, spesso con moduli prefabbricati, oppure trasformando superfici impermeabili esistenti, come tetti di edifici, parcheggi, piazze, campi da gioco, ecc. in modo da crearvi invasi temporanei poco profondi ma estesi. In particolare, la trasformazione delle superfici impermeabili avviene inserendo dispositivi di limitazione di flusso nelle opere

di drenaggio e di scarico, quali bocchettoni, pluviali, caditoie, in modo da agevolare la formazione di un invaso superficiale. Per ragioni di sicurezza è opportuno che il tirante idrico massimo sia limitato (generalmente inferiore a 20 cm) e che lo svuotamento avvenga in tempi preferibilmente non superiori a 30 minuti.

Figura 1 - Strutture filtranti



Fonte: rielaborato da: Urbonas e Stahre, 1993

Il dimensionamento degli invasi di laminazione (comunque siano realizzati, in modo frazionato o centralizzato) viene determinato con riferimento ad eventi di elevato tempo di ritorno che, tanto più nell'attuale epoca di cambiamenti climatici comportanti l'esaltazione degli eventi brevi e intensi, sono caratterizzati da punte dell'ordine di 70÷100 mm in un'ora, 200 mm in 24 ore, ecc. Ne conseguono necessità d'invaso che nelle aree più sensibili al rischio idraulico possono anche essere dell'ordine di 1000 m³ o anche più per ettaro impermeabile drenato, se le portate contemporaneamente scaricate nei ricettori devono rispettare limiti ammissibili molto ridotti.

2.4 Tetti e pareti verdi

Con la realizzazione di superfici vegetate sulle coperture e sulle pareti di edifici si riesce a intercettare una parte significativa della precipitazione, che viene quindi restituita direttamente all'atmosfera mediante evapotraspirazione. Il deflusso da tali superfici è quindi alquanto ridotto in termini sia di volumi che di portate massime (Lamera e al., 2013).

I benefici di questo tipo d'interventi non sono limitati al settore del drenaggio urbano. Infatti le superfici verdi sono efficaci anche nella riduzione del rumore, delle polveri sottili, nonché vantaggiose dal punto di vista dell'isolamento termico ed elettromagnetico degli edifici, che peraltro ne vengono a beneficiare anche dal punto di vista architettonico. Inoltre l'aumento dei processi evaporativi contribuisce a migliorare il microclima, riducendo gli effetti dell'urbanizzazione intensiva noti come "isola di calore urbana".

Per la copertura vegetale è certamente preferibile scegliere specie di piante non solo caratteristiche del luogo ma che soprattutto richiedano una limitata manutenzione e abbiano poca necessità d'irrigazione di soccorso nella stagione calda.

Se è indubbia l'influenza positiva dei tetti verdi nei riguardi della limitazione dei deflussi, tuttavia nel breve transitorio di una pioggia a carattere eccezionale il tetto verde può non determinare perdite idrologiche apprezzabili nel corso dell'evento. Qualora, peraltro, il tetto verde sia costruito con le dovute tecnologie, esso svolge un'efficace azione di ritenzione idrica che può essere tenuta in conto come componente significativa dei necessari volumi di laminazione.

3. CONCLUSIONI

L'adozione di sistemi di controllo diffuso delle acque meteoriche rappresenta una soluzione efficace e più "naturale" rispetto alla costruzione d'invasi tradizionali concentrati a valle e di maggiori dimensioni. Infatti, il ricorso all'intercettazione vegetale e all'infiltrazione locale consente di limitare il deflusso in fognatura alle sole acque che necessitano effettivamente della depurazione. Se si prevede anche la laminazione locale diffusa per questa parte residua, il risultato è la riduzione sensibile sia del rischio d'insufficienza del sistema di drenaggio e quindi del rischio di allagamenti superficiali, che dell'impatto ambientale legato allo scarico d'inquinanti. Nelle reti di fognatura unitarie e nelle reti bianche dei sistemi separati, infatti, l'incremento delle aree urbanizzate da drenare comporta un aumento del numero degli eventi meteorici per i quali gli scaricatori di piena entrano in funzione, con il conseguente incremento dei carichi inquinanti riversati nel reticolo idrografico naturale.

Nel caso di nuovi insediamenti urbani il controllo diffuso a monte delle portate meteoriche può rappresentare non solo la soluzione più compatibile con gli obiettivi di protezione del territorio e dell'ambiente, ma anche più conveniente dal punto di vista economico. L'aumento delle aree da drenare, infatti, può comportare spesso anche problemi legati ai vincoli dello scarico nel sistema idraulico a valle. Che questo sistema sia un corso d'acqua o una rete di fognatura già esistente, la sua capacità è spesso limitata e non in grado di accogliere interamente i deflussi meteorici aggiuntivi determinati dall'incremento delle aree impermeabili, con la necessità di prevedere costose opere di laminazione di volume spesso rilevante. Le maggiori portate immesse nel sistema di fognatura, inoltre, anche se fossero compatibili in termini di capacità idraulica di convogliamento, comporterebbero comunque la necessità di un aumento della potenzialità degli impianti di trattamento a valle è quindi dei costi complessivi del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- Andoh R.Y.G., Declerck C., 1999. *Source control and distributed storage – a cost effective approach to urban drainage for the new millennium ?*. Proceedings of 8thICUSD, 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia, 1997-2005.
- Argue J.R., 1999. *An exploration of some "myths" about infiltration systems in source control technology*. Proceedings of 8thICUSD, 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia, 563-570.
- Artina S., Becciu G., Maglionico M., Paoletti A., Sanfilippo U., 1999. *Distributed tanks for the control of pollution due to urban sewer overflows*. Proceedings of 8thICUSD, 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia, 1116-1123.
- Bowditch B.W., Phillips D.I., 1998. *Composite on-site stormwater detention systems*. Proceedings of NOVATECH '98, 3rd International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, Lyon, France, 395-403.
- Hamacher R., Haußmann R., 1999. *Infiltration of storm water: a concept for urban drainage planning-construction-maintenance-costs*. Proceedings of 8thICUSD, 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia, 1217-1224.
- Hütter U., Hesse U., Kaczmarczyk B., 1998. *Investigations on the migration of storm water pollutants in soils*. Proceedings of NOVATECH '98, 3rd International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, Lyon, France, 567-574.
- Lamera C., Rulli M.C., Becciu G., Rosso R., 2013. *Green roof impact on the hydrological cycle components: water soil fluxes modeling*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, European Geosciences Union, General Assembly, Vienna, Austria, 7-12 April 2013.
- Piel C., Perez I., Maytarud T., 1998. *Trois exemples d'espaces temporairement inondables en milieu urbain dense: une application du developpement durable*. Proceedings of NOVATECH '98, 3rd International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, Lyon, France, 165-172.
- Rivard G., Dupuis P., 1999. *Criteria for surface on-site detention systems: a reality check*. Proceedings of 8thICUSD, 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia, 546-554.
- Rosso R., Sanfilippo U., 2012. *I fabbisogni idrici delle megalopoli*. Il Giornale dell'Ingegnere, n.4, pp. 8-9-12.
- Simon M., Terfrüchte F., 1999. *Experience with infiltration techniques as compared to conventional solutions: a case study*. Proceedings of 8thICUSD, 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Sydney, Australia, 1474-1480.
- Urbanas B., Stahre P., 1993. *Stormwater – Best Management Practices and Detention for water quality, drainage and CSO management*. PTR-Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA.

PALM - COME DEFINIRE IL LIVELLO DI PERDITA OTTIMALE IN UNA RETE IDRICA

A. BETTIN¹, D. ROGERS², C. SERRANI³

¹ SGI Studio Galli Ingegneria SpA, ²DEWI Srl, ³SPS Srl

ABSTRACT

L'acqua è la risorsa naturale più preziosa per la vita nel nostro pianeta. Nonostante questo, il servizio idrico è gestito spesso in modo inefficiente tanto che alcune reti perdono più della metà dell'acqua prodotta. Nelle situazioni peggiori è addirittura necessario interrompere il servizio di notte in quanto l'acqua prodotta non è in grado di soddisfare la domanda. Tenendo conto che l'approvvigionamento avviene spesso tramite pompaggio e che l'acqua in molti casi deve essere potabilizzata, il valore economico delle perdite è enorme. Recuperarle però, comporta importanti investimenti. Ma fino a che punto conviene ridurre il livello di perdita? La risposta non è univoca per tutte le reti, ma è frutto di un'analisi approfondita di costi e benefici. Definire questo livello ottimale di perdita per ogni rete è l'obiettivo finale del progetto PALM cofinanziato dalla Commissione Europea e dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del programma LIFE+ "Politica e governance ambientali". Il progetto PALM è coordinato dalla SGI Studio Galli Ingegneria e vede come partner Umbra Acque, DEWI ed SPS.

Parole chiave: Controllo Perdite, Carezza Idrica, Livello Ottimale di Perdita, Efficienza Reti Idriche.

1. INTRODUZIONE

Il problema delle perdite idriche è stato per anni sottovalutato, principalmente per il basso valore che veniva dato all'acqua trasportata e per l'errata convinzione che la risorsa idrica fosse più che sufficiente per soddisfare il fabbisogno produttivo ed idropotabile. La realtà si è però dimostrata molto diversa evidenziando fattori di criticità anche in aree storicamente caratterizzate da abbondanza idrica. Una delle cause è sicuramente correlata ai cambiamenti climatici, ed in particolare al mutato regime di precipitazioni, caratterizzato da eventi estremi molto abbondanti seguiti da lunghi periodi di siccità. In tale situazione diminuisce la capacità di ricarica della falda. A causa della crescente urbanizzazione si prevede che nel 2050 ben 6 miliardi di persone, più di due terzi della popolazione mondiale, sarà concentrata nelle città. Senza interventi di efficientamento delle reti idriche e di sensibilizzazione delle popolazioni a modificare i consumi, si prospetta una vera e propria "emergenza idrica delle aree urbane" dovuta alla scarsità di acqua potabile. Nonostante la disponibilità idrica procapite sia oramai inserita in un trend discendente, il grado di perdita a livello globale è ancora posizionato su valori intollerabili. Si stima che ogni anno si perdano più di 30 miliardi di metri cubi di acqua dalle reti urbane nei 4 continenti.

Per quanto riguarda l'Italia, la situazione non è certo promettente: dai dati relativi al 2009 forniti dal Co.Vi.Ri, il Comitato per la Vigilanza sull'uso delle Risorse Idriche, la perdita media nazionale è pari al 30% con livelli superiori al 50% in alcuni acquedotti del Sud. Con questi numeri l'Italia si colloca all'ultimo posto tra i paesi occidentali. Questa anomalia ha condizionato per anni il sistema degli investimenti in quanto, per fronteggiare i crescenti fabbisogni, si è privilegiata spesso la co-

struzione di nuovi impianti di produzione invece di investire sul miglioramento di efficienza delle reti idriche. Per anni le perdite sono state trattate a livello marginale riducendo il tutto al mero calcolo della percentuale di volume perso rispetto a quello immesso, talvolta senza il supporto analitico di misure puntuali dettagliate e rappresentative. Ma esprimere la perdita solo come percentuale non è sufficiente né indicativo del vero stato di salute della rete. Soprattutto, la percentuale di perdita non è significativa per il confronto di efficienza tra realtà diverse in quanto la tolleranza alla perdita dipende essenzialmente dal costo dell'acqua prodotta e dalla quantità di risorsa disponibile.

2. IL CONTROLLO DELLE PERDITE IDRICHE

I benefici ottenibili dal recupero delle perdite sono molteplici. In primo luogo si riduce il volume di acqua prodotta ottenendo nel contempo una riduzione dei costi energetici di pompaggio e di eventuale trattamento. La diminuzione del fabbisogno energetico determina un immediato beneficio ambientale grazie alla riduzione delle emissioni di CO₂. Riducendo i volumi di acqua prelevati, si contribuisce inoltre a preservare la capacità degli acquiferi rinviando nel tempo o addirittura eliminando gli interventi finalizzati a nuovi approvvigionamenti (nuovi pozzi, nuovi impianti ecc.). Generalmente le perdite si dividono in due componenti: *perdite fisiche*, caratterizzate da rotture delle condotte e perdite nei serbatoi e *perdite commerciali o apparenti* determinate dalla sottomisurazione dei contatori di utenza e dagli usi illegali.

Le perdite fisiche rappresentano generalmente il 70-80% del totale non contabilizzato con percentuali più alte nei paesi sviluppati dove i consumi non autorizzati sono minori. Per ridurre le perdite commerciali generalmente è necessario pianificare una politica di sostituzione periodica dei contatori di utenza essendo dimostrato da vari studi come l'errore di misura aumenti sensibilmente al passare del tempo ed in particolare dopo 10-15 anni di vita.

Le perdite fisiche sono caratterizzate per la maggior parte da rotture nelle condotte di distribuzione e nelle diramazioni di utenza. Purtroppo solo una minima parte di queste perdite affiora in superficie. In assenza di un sistema di controllo, il danno generato dalle perdite occulte può essere molto rilevante: anche una piccola perdita se attiva per lungo tempo può provocare infatti dispersioni di migliaia di metri cubi.

Figura 1 - Calcolo della perdita con il metodo del Minimo Notturmo. La perdita è data dalla differenza tra la portata del distretto (misurata) e il Consumo Minimo Notturmo degli utenti (stimato)



In termini molto pratici la perdita è pari alla differenza tra l'acqua prodotta e l'acqua consumata dagli utenti. In realtà per calcolare le diverse componenti dell'acqua non contabilizzata è necessario compilare un bilancio idrico utilizzando ad esempio la metodologia dell'IWA (International

Water Association) universalmente riconosciuta come standard. Per calcolare la perdita fisica di una determinata zona (distretto) si utilizza invece il metodo del Minimo Notturno. Di notte, infatti, tenendo conto che il consumo degli utenti è molto basso e statisticamente stimabile in circa il 20-25% del consumo medio giornaliero, è possibile calcolare in modo abbastanza preciso la perdita fisica analizzando il misuratore di portata che alimenta il distretto.

Dal momento che una perdita in una condotta in pressione genera rumore, la maggior parte della strumentazione per il loro rilevamento è basata sull'analisi elettroacustica. Inizialmente si effettua la fase di pre-localizzazione finalizzata all'individuazione delle aree con probabile perdita mediante l'installazione di noise loggers equamente distribuiti nella rete. Successivamente, e solo nelle zone dove i noise logger hanno rilevato rumore, si effettua la localizzazione precisa delle perdite mediante utilizzo del correlatore e successiva conferma del punto di scavo con il geofono.

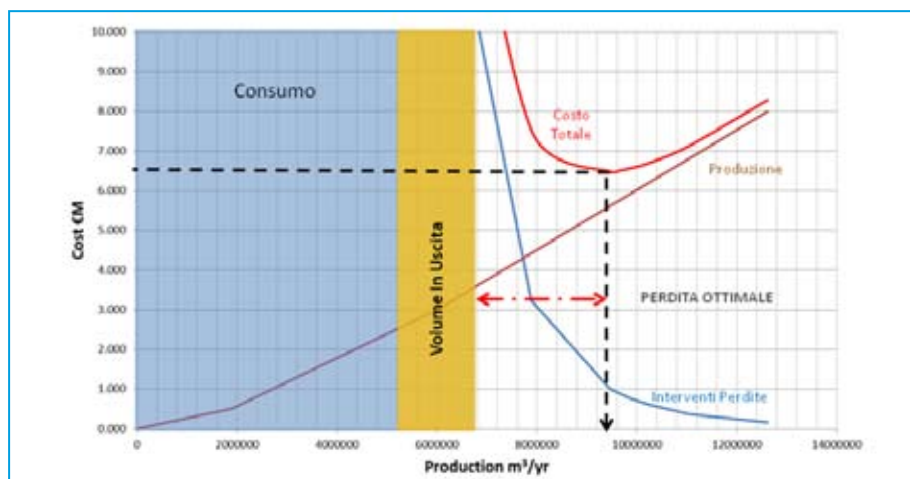
3. COME STIMARE IL LIVELLO OTTIMALE DI PERDITA - IL CALCOLATORE DI EFFICIENZA

Una volta individuato con il metodo più opportuno il livello di perdita di una rete idrica è necessario approfondire l'analisi per decidere se l'intervento di riduzione delle perdite è conveniente. Bisogna inoltre definire a priori il livello di perdita ottimale ovvero quel valore oltre il quale non conviene ridurre ulteriormente le perdite. In pratica, prima di implementare l'intervento è essenziale capire quanto spendere e quali benefici si possono ottenere.

L'analisi si basa su due concetti fondamentali: ridurre le perdite comporta dei costi che aumentano al diminuire delle stesse, ma, allo stesso tempo, genera un crescente aumento di efficienza grazie alla continua diminuzione dei costi produzione. L'obiettivo del Progetto PALM è quello di trovare il punto di equilibrio tra i costi e i benefici ovvero il livello ottimale di perdita.

Il grafico in figura 2 riporta la metodologia seguita per la messa a punto del Calcolatore di Efficienza basato sul livello ottimale di perdita. Essenzialmente è necessario costruire la curva di costo di produzione e la curva di costo della ricerca perdite al variare del volume d'acqua prodotto. Si sommano quindi le due curve ottenendo la curva risultante del costo totale. Il minimo di tale curva rappresenta il punto ottimale di produzione. Sottraendo il consumo e l'eventuale volume in uscita dal sistema, si ottiene il livello di perdita ottimale. Osservando il grafico, si può notare come il costo per il recupero delle perdite aumenta al diminuire del livello di perdita. Oltre un certo punto infatti per ridurre le perdite ulteriormente è necessario sostituire le condotte affrontando costi molto importanti.

Figura 2 - Metodologia di calcolo per la definizione del livello ottimale di perdita



Le curve di costo sono state costruite e tarate con i dati reali acquisiti durante il progetto. A tale scopo sono state selezionate due aree pilota nella rete di Perugia (area urbana "Bucaccio" e area rurale "Colombella") all'interno delle quali si sono realizzati N°7 distretti permanenti. I confini dei distretti sono stati individuati mediante simulazioni con il modello matematico calibrato con portate e pressione rilevate sul campo. Si è poi proceduto all'installazione dei misuratori di portata in ingresso ai distretti ed all'esecuzione di tutte le attività per la ricerca delle perdite inclusa la pre-localizzazione con noise loggers e Step Test e il rilevamento con correlatore e geofono. Avendo rilevato pressioni molto alte, in alcuni casi superiori a 80 metri, preliminarmente alla ricerca delle perdite sono state installate valvole riduttrici di pressione in ingresso ai distretti. Tale intervento ha consentito di raggiungere importanti risultati portando per alcuni distretti al quasi dimezzamento delle perdite. Tutte le attività di campo sono servite per calcolare accuratamente i costi delle singole componenti includendo le azioni necessarie all'implementazione di un sistema di controllo attivo delle perdite: progettazione ed implementazione distretti, monitoraggio, ricerca perdite, riparazione perdite e misura del recupero idrico. Per tali attività sono stati considerati i costi del personale, dei materiali e delle strumentazioni installate.

Come visto precedentemente, il livello ottimale di perdita dipende molto dal costo di produzione dell'acqua immessa in rete. E' quindi necessario calcolare con sufficiente precisione tutte le componenti di costo al variare del volume prodotto. Ad esempio bisogna conoscere l'esatta sequenza di pompaggio delle diverse stazioni al variare della domanda in modo da calcolare il costo energetico totale. Inoltre è necessario conoscere le portate effettive delle pompe misurando la perdita di efficienza rispetto alle condizioni dichiarate dal produttore. L'efficienza delle pompe infatti diminuisce con l'usura. A tale scopo sono state effettuate prove di pompaggio su più di 100 pompe. Ciascuna pompa è stata testata sia singolarmente sia in combinazione con altre pompe simulando l'operatività delle singole stazioni di pompaggio. A livello medio è stata misurata una diminuzione di efficienza pari al 14% per le pompe di rete e del 16% per le pompe che prelevano dai pozzi.

Figura 3 - Stazione di pompaggio di Piscille, Perugia



Il risultato finale è rappresentato da un calcolatore di efficienza, tarato con i dati acquisiti nell'acquedotto di Perugia, in grado di definire il livello ottimale di perdita di una qualsiasi rete idrica. I dati di input per il Calcolatore di Efficienza includono il volume prodotto, il volume consumato, il costo del personale, le caratteristiche delle pompe, la capacità dei serbatoi, la lunghezza della rete, il costo energetico. Il calcolatore di efficienza sarà disponibile gratuitamente sul sito www.leakagemanagement.eu.

4. CONCLUSIONI

Nonostante la crescente consapevolezza del problema ed il continuo miglioramento delle tecniche di intervento disponibili, risulta difficile stimare il beneficio ottenibile dalla riduzione delle perdite. L'errata valutazione di costi e benefici, può portare ad uno spreco di risorse senza il raggiungimento degli obiettivi sperati. Ecco perché è necessario definire a priori fino a che punto conviene ridurre il livello di perdita massimizzando il beneficio ottenibile dal recupero. Ogni rete idrica avrà un livello ottimale di perdita dipendente dal costo marginale dell'acqua prodotta, dai costi di ricerca delle perdite e dalla disponibilità della risorsa idrica. Il progetto PALM ha messo a punto uno strumento pratico per la definizione di questo "livello ottimale" in grado di supportare il gestore nella pianificazione degli investimenti. Il Calcolatore di Efficienza può diventare anche uno strumento di supporto per l'Ente Regolatore nella definizione obbiettiva dello stato di efficienza delle reti e per la definizione di programmi di incentivazione mirati alla riduzione delle perdite e tarati sull'effettivo beneficio conseguibile.

BIBLIOGRAFIA

AWWA Manual M36, 2009. *Water Audit and Loss Control Programs*.

Rogers D. and Bettin A., 2012. *Sustainable Development, Saving the World's Most Precious Resource* ISBN: 978-953-51-0116-1 Intech, pp 331-342.

Tripartite Group, 2002. *Owat, the Environment Agency and the Department for Environment, Food & Rural Affairs -DEFRA) – Best practice principles in the economic level of leakage calculation*.

EFFICIENTAMENTO DEL SISTEMA DI CONTROLLO DELLE PERDITE D'ACQUA NELLE RETI IDRICHE DELL'ACQUEDOTTO PUGLIESE

A. CARBONARA¹, M.C. DE MATTIA²

¹ Acquedotto Pugliese S.p.A. - Direzione Servizi Tecnici

²ARPA Puglia - Direzione Scientifica - U.O.C. Ambienti Naturali - Servizio Ciclo delle Acque Reflue e Sotterranee ad uso potabile

ABSTRACT

Tutti i soggetti interessati nel sistema di governo locale della Puglia sono fortemente coinvolti nel mettere in atto tutte le iniziative utili al conseguimento dell'obiettivo della riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione urbana. In tal senso, in sede di pianificazione, la Regione Puglia con fondi europei (POR Puglia 2000-2006 e successivamente PO-FESR 2007-2013) e l'Autorità d'Ambito (oggi AIP-Autorità Idrica Pugliese) con fondi rivenienti dalla tariffa del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) a cura del Soggetto Gestore AQP SpA, hanno destinato importanti risorse per investimenti concorrenti al controllo delle reti ed alla riduzione delle perdite in Puglia. La serie di significativi interventi (in parte ancora in corso) è rivolta al rinnovamento delle reti, al miglioramento della gestione ed al contenimento delle perdite per il migliore utilizzo e salvaguardia della risorsa idrica.

Parole chiave: Acqua, risorsa idrica, perdite, ricerca perdite, Acquedotto Pugliese, AIP, reti idriche, Regione Puglia, ARPA Puglia, Servizio Idrico Integrato, risanamento reti.

1. ASPETTI PECULIARI DEL SISTEMA DI GESTIONE DEL SERVIZIO DI DISTRIBUZIONE IDRICA IN PUGLIA

L'Acquedotto Pugliese, nato per volontà del parlamento del Regno d'Italia nei primi anni del XX secolo, è il Soggetto Gestore del Servizio Idrico Integrato in Puglia ed in alcuni comuni dell'Irpinia nella Provincia di Avellino, per una popolazione complessiva di quasi 4,1 milioni di abitanti serviti.

La rete di trasporto idrica gestita è unica per lunghezza, complessità ed interconnessione. Ammonta ad oltre 22.000 km di reti ed è costituita da condotte a pelo libero e in pressione dal diametro pari a 3.000 mm sino ai pochi millimetri degli oltre 950.000 allacciamenti di utenza nei circa 250 comuni serviti. La rete dell'Acquedotto Pugliese, per ragioni di gerarchia funzionale e gestionale, è suddivisa in due porzioni principali e 5 diverse classi:

Tabella 1 - Suddivisione in classi della rete dell'Acquedotto Pugliese

| PORZIONE | CLASSE | LUNGHEZZA |
|--|--|-----------|
| Rete di adduzione 3.200 km | Grande Adduzione o Adduzione primaria (costituita da grandi condotte per il trasporto interregionale di grandi volumi di acqua) | 1.300 km |
| | Diramazioni e Sub-diramazioni (costituite da condotte per l'adduzione della risorsa idrica a livello provinciale) | 2.900 km |
| Reti interne di distribuzione 19.000 km | Sub Urbane (collegano i serbatoi di compenso e riserva cittadini con le Origini di Distribuzione Urbana - ODU) | 1.500 km |
| | Rete di distribuzione Urbana | 12.000 km |
| | Allacciamenti di utenza | 5.500 km |

Fonte: Bellantuono et al., 2012

La rete di adduzione trasporta in tutti i comuni serviti una considerevole portata che, a seconda della stagione, delle esigenze di esercizio e del tributo delle fonti di approvvigionamento, varia da circa 17.000 l/s a circa 19.000 l/s la cui provenienza per oltre il 50% è da fuori i confini regionali, in particolare dalla Campania e la Basilicata.

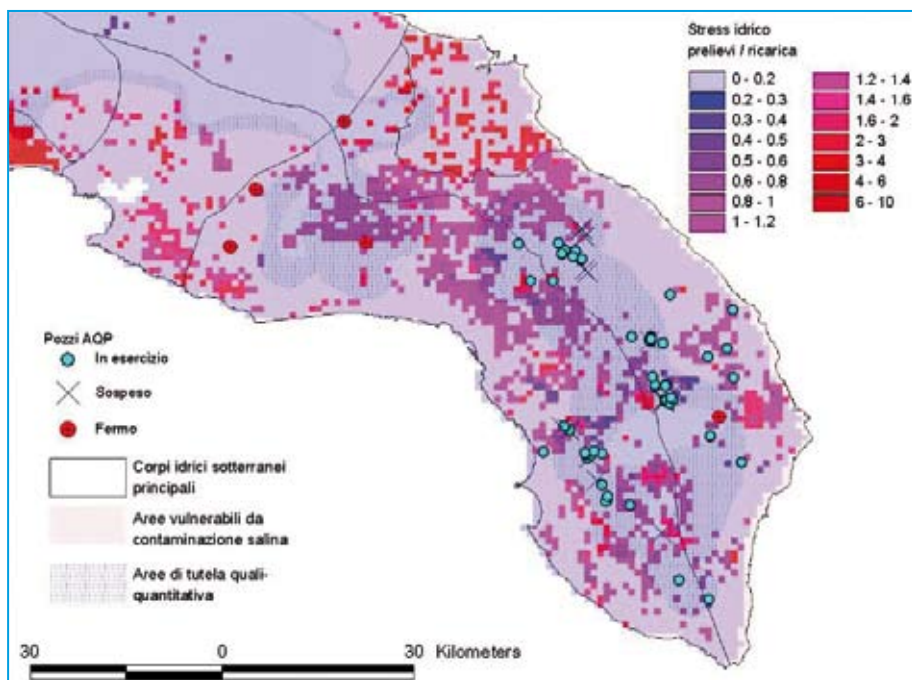
L'acqua distribuita alla popolazione proviene:

- per circa 3.000 l/s da circa 150 pozzi che prelevano dalla falda idrica profonda (in particolare la falda del Salento);
- da 4 impianti di potabilizzazione di acque derivate da dighe artificiali, due in provincia di Potenza (invasi del Sinni e dell'Agri) e due in Puglia (invaso del Locone e invaso del Fortore) che hanno una capacità produttiva di circa 12.000 l/s - a questi si aggiungerà presto il potabilizzatore di Conza della Campania (AV) sul fiume Ofanto recentemente completato e in corso di avvio all'esercizio;
- dalle due sorgenti di Caposele e Cassano Irpino in provincia di Avellino che, garantiscono un tributo massimo di circa 6.000 l/s.

È opportuno, a questo punto fare cenno, ai problemi di salvaguardia della falda legati al noto fenomeno dell'intrusione salina nell'acquifero del Salento, studiato sin dalla metà del secolo scorso nell'Ateneo Barese (Cotecchia, 1955).

Per contenere il problema e limitare lo sfruttamento della falda dolce Salentina la Regione Puglia, l'Autorità Idrica Pugliese e l'Acquedotto Pugliese stanno profondendo un notevole impegno di risorse per l'incremento della capacità di trasporto della "Grande Adduzione" verso la Provincia di Lecce e nel contempo, al fine di contenere lo stress prodotto sulla falda da un eccesso di prelievo, in vero solo in parte dovuto ad usi idropotabili, stanno provvedendo gradatamente a ridurre l'emungimento da falda (De Mattia e Mossa, 2007).

Figura 1 - Sovrapposizione dei livelli informativi utili ad individuare i pozzi potabili maggiormente vulnerabili all'intrusione salina



2. INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA DELLE PERDITE IDRICHE IN OTTICA AMBIENTALE

Il problema delle perdite idriche, in un'ottica ambientale di preservazione della risorsa idrica, non può che essere inquadrato ricorrendo a standard definiti di valutazione dei bilanci idrici. Molteplici sono le componenti della risorsa idrica utilizzata per il consumo umano (o non utilizzata) e, pertanto, una non chiarezza del significato di ciascuna componente ha nel passato generato incertezza e confusione nell'analisi dei dati o non commensurabilità dei dati provenienti da gestori diversi.

Oltre alla schematizzazione definita nel Decreto Ministeriale n. 99 del 1997, a livello internazionale, uno degli standard più comunemente accettati di valutazione del bilancio idrico di un acquedotto è quello proposto dalla "Water Loss Task Force" della IWA (International Water Association), sotto riportato in tabella.

La schematizzazione proposta dalla IWA mette chiaramente in luce tutte le principali componenti del bilancio idrico rendendo evidente che aliquote non trascurabili della risorsa idrica, ancorché non fatturate non sono ascrivibili a perdite, come i consumi autorizzati e non fatturati (i.e. acqua per usi propri di esercizio del gestore, acqua utilizzata per il lavaggio periodico o la messa in esercizio di serbatoi e condotte ecc.).

Anche le perdite apparenti, che in prospettiva del gestore sono un assottigliamento del proprio fatturato, in realtà evidenziano, almeno per una parte consistente, una esigenza antropica di utilizzazione. Per questo dal punto di vista ambientale, sarebbe utile accostare alla tabella proposta dall'IWA, un'ulteriore colonna (quella colorata in tabella seguente) che, oltre agli aspetti economici del bilancio idrico, metta in evidenza ed identifichi in modo diverso l'acqua prelevata dai corpi idrici per reali esigenze di consumo da quella che è invece prelevata inutilmente, depauperando pertanto l'ecosistema dalla quale è sottratta.

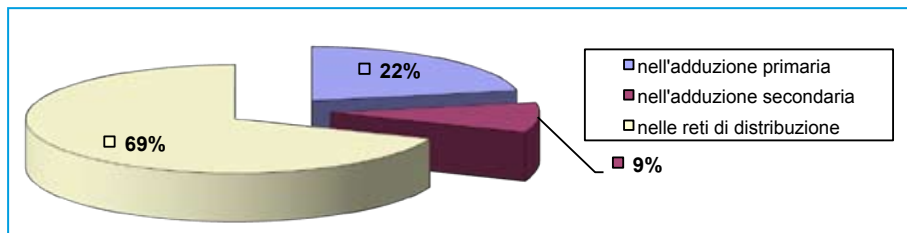
Tabella 2 - The IWA 'best practice' standard water balance - in ottica ambientale

| | | | | | |
|--|------------------------|---|--|--------------------------------------|--|
| Volume impresso in rete | Consumi autorizzati | Consumi autorizzati fatturati | Consumo fatturato misurato | Acqua fatturata | Acqua prelevata per esigenze di consumo |
| | | | Consumo fatturato non misurato | | |
| | | Consumi autorizzati non fatturati | Consumo non fatturato misurato | Acqua non fatturata [NRW] | |
| | | | Consumo non fatturato non misurato | | |
| | Perdite idriche | Perdite apparenti | Consumo non autorizzato | Acqua prelevata non utilizzata | |
| | | | Imprecisione dei contatori clienti | | |
| | | Perdite reali | Perdite nella rete di trasporto e distribuzione | | |
| | | | Perdite e sfiori dai serbatoi | | |
| Perdite dalle prese di utenza fino ai contatori | | | | | |

Fonte: Elaborazione da IWA - Water Loss Task Force, 2003

È inoltre opportuno sottolineare che, l'esistenza in Puglia di una rete di adduzione di oltre 3.000 km, unica nel panorama nazionale, non consente di paragonare la componente perdita nella rete di trasporto in Acquedotto Pugliese con quella di altri gestori.

Figura 2 - Riparto delle perdite in Puglia per tipologia di rete - anno 2011



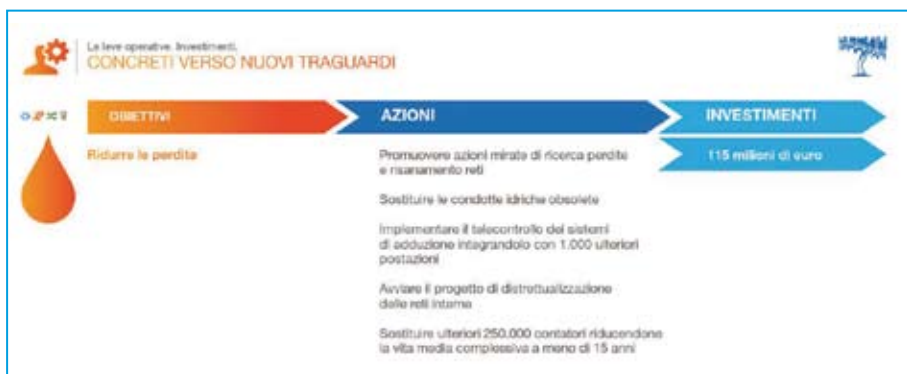
Fonte: Elaborazione da dati AQP, 2011

3. CONTENIMENTO DELLE PERDITE E CONTROLLO DEI PRELIEVI DI RISORSA IDRICA DALL'AMBIENTE IN PUGLIA

Riguardo al contenimento delle perdite idriche e al controllo dei prelievi di risorsa idrica in Puglia, da almeno un decennio, tutti i soggetti coinvolti (Regione, AIP, AdB, AQP ecc.) stanno compiendo un importante sforzo per la salvaguardia dei bacini e degli acquiferi.

In particolare, l'Acquedotto Pugliese ha realizzato e sta realizzando i più importanti investimenti proprio in direzione del contenimento delle perdite e della salvaguardia della risorsa idrica.

Figura 3 - Estratto del piano industriale dell'Acquedotto Pugliese 2011-2014

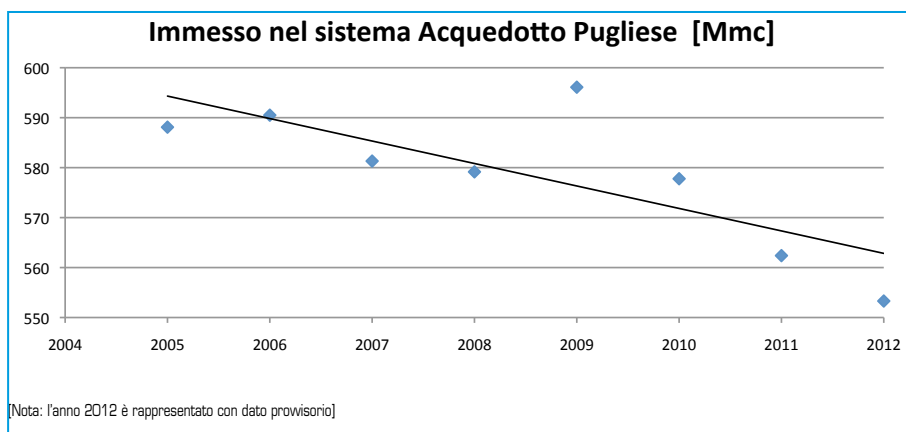


Fonte: Acquedotto Pugliese S.p.A., www.aqp.it

Tali attività sono tra quelle descritte con maggiore evidenza nel Piano industriale 2011-2014 per le quali è previsto un investimento complessivo di circa 115 milioni di Euro. (Un importo l'entità paragonabile è stato realizzato nel corso del previgente piano industriale 2007-2010). Le risorse impegnate hanno trovato copertura in larga parte con fondi strutturali europei (POR - Puglia 2000-2006 e PO-FESR 2007-2013) e per l'aliquota restante con proventi tariffari.

L'efficacia delle azioni intraprese è immediatamente confermata dal grafico dei volumi di acqua immessa nel sistema AQP che ha un evidente trend decrescente con una riduzione dell'acqua immessa nel sistema che si sta chiaramente consolidando negli ultimi 3 anni.

Figura 4 - Andamento dell'acqua immessa nel sistema in AQP



Fonte: Elaborazione da dati AQP, aggiornamento 2012

4. ATTIVITA' DI RISANAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE URBANA

Di particolare importanza è stata l'attività di risanamento delle reti idriche di distribuzione urbana attuata attraverso due importanti commesse: la prima svolta nel periodo 2007-2011 (Risanamento reti 1) ha interessato 143 comuni della Puglia, compreso tutti i capoluoghi di provincia, la seconda (Risanamento Reti 2) avviata nel 2012 sta interessando ulteriori 95 centri urbani e sarà ultimata nel 2015.

Le 2 commesse di risanamento, pur con alcune differenze di impostazione, sono state strutturate in modo da realizzare contemporaneamente in modo coordinato attività di servizio orientate alla ingegnerizzazione delle reti idriche di distribuzione urbana e alla realizzazione di lavori di manutenzione e infrastrutturazione delle reti.

Le attività di ingegnerizzazione riguardano principalmente:

- il rilievo della rete idrica;
- l'implementazione della rete nel SIT di Acquedotto Pugliese;
- la realizzazione del modello matematico della rete;
- la ricerca delle perdite in rete;
- la individuazione degli interventi necessari alla ottimizzazione delle pressioni e al risanamento delle reti.

Gli interventi di manutenzione e infrastrutturazione consistono nella riparazione delle perdite, nel rifacimento di condotte insufficienti o ammalorate, nella realizzazione di nuovi tronchi necessari al riequilibrio delle pressioni in rete, oppure la realizzazione o la sostituzione di organi di manovra o intercettazione.

Nella commessa in corso è stato anche previsto il completamento del "telecontrollo" nelle reti non ancora tele-controllate, il ricorso generalizzato alla gestione delle reti per distretti di misura e controllo (*Discript Metering Area*) ed il controllo delle pressioni attraverso le idrovalvole in accordo con le più moderne tecniche di gestione delle reti idriche di distribuzione urbana.

In questa sede si ritiene opportuno rendere evidente (nella tabella seguente) una sintesi dei risultati ottenuti nel corso della commessa di risanamento reti conclusa ed, in particolare modo, della frequenza delle perdite individuate e riparate, nonché del recupero ottenuto.

Tabella 4 - Principali indicatori a conclusione della commessa di "Risanamento Reti"

| AMBITO | Lunghezza rete indagata (km) | Perdite individuate (n) | Frequenza perdite (km/n) | Recupero idrico (l/s) | Dispersione media per perdita (l/s) |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|
| Foggia e Bat | 2188 | 1027 | 2,13 | 380 | 0,370 |
| Bari | 2680 | 1276 | 2,10 | 447 | 0,350 |
| Brindisi e Taranto | 2545 | 1170 | 2,18 | 410 | 0,350 |
| Lecce | 2390 | 1727 | 1,38 | 499 | 0,289 |
| Totale | 9803 | 5200 | 1,89 | 1736 | 0,334 |

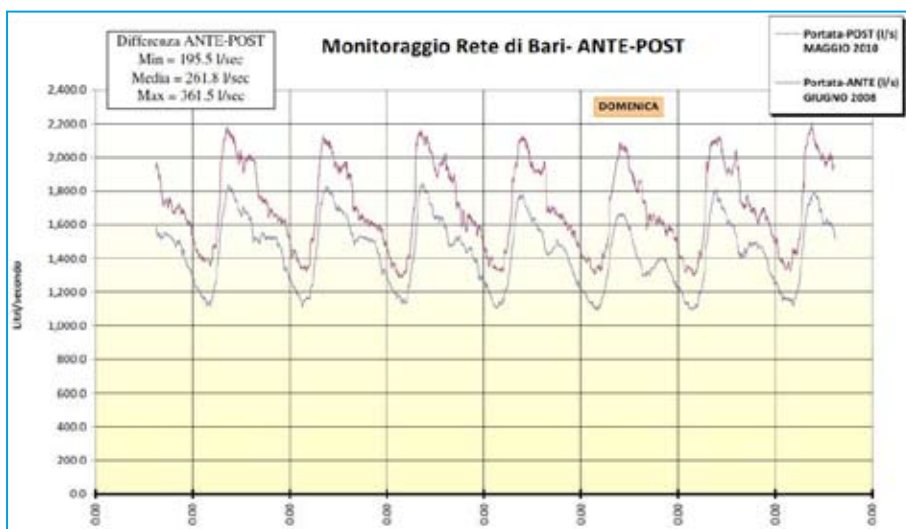
Fonte: Bellantuono *et al.*, 2012

Appare significativa l'omogeneità tra i vari ambiti in cui si è operato che vedono una frequenza di perdita ed una "dispersione" media per "perdita" pressoché costante. Fa eccezione, con un piccolo scostamento, l'ambito di Lecce caratterizzato da reti piccole poco estese, scarse pressioni e case unifamiliari con solo 1 o 2 piani, nel quale si ha una frequenza maggiore delle perdite, ma anche una "dispersione" per "perdita" di valore inferiore.

5. CONCLUSIONI

Come già accennato, di pari passo alla realizzazione degli investimenti descritti, con la istituzione dell'Area di Ingegneria delle reti (INRID) e con il consolidamento delle Macro Aree Territoriali (MAT), l'Acquedotto Pugliese ha adeguato ed ammodernato la propria struttura organizzativa ed operativa orientandola al contenimento delle perdite ed alla migliore gestione delle reti.

Figura 5 - Confronto dell'acqua Immessa nella rete di Bari monitorate nel corso della attività di "Ingegnerizzazione delle reti"



Fonte: AQP - Risanamento reti 1 - Rapporto di monitoraggio della rete di Bari, 2011

Il grafico, scelto perché particolarmente indicativo e riferito al maggiore centro urbano della Puglia, mostra una chiara riduzione della "portata immessa" nella rete di Bari che, viste le grandezze in gioco per l'estensione della città e per la popolazione servita, determina nel solo territorio comunale del capoluogo Pugliese, un risparmio di risorsa idrica tutt'altro che trascurabile.

Di particolare rilevanza ed impegno è stato, infatti, l'impulso dato dalle MAT alla gestione delle pressioni grazie ai nuovi strumenti a disposizione (telecontrollo, modelli, GIS ecc.) e all'impiego di personale dedicato alla gestione dell'esercizio della rete.

L'esito positivo delle azioni intraprese per la riduzione delle perdite idriche, a cui concorrono sia gli investimenti sia il rinnovato modello di gestione delle reti, è attestato dai monitoraggi registrati nel corso delle attività e dai dati registrati nel telecontrollo AQP.

A titolo di esempio si osservi la figura seguente che mostra il confronto tra due monitoraggi delle "portate immesse" nella rete di Bari per un periodo di circa una settimana il primo, a due anni di distanza dall'altro il secondo.

BIBLIOGRAFIA

Lambert A., IWA Task Force, 2003. *Assessing non-revenue water and its components: a practical approach*. Water21 – Agosto 2003 pagg. 50-51.

Bellantuono C., Carbonara A., Spagnuolo S., Trimigliozzi T., 2012. *Development of NRW management strategies in AQP and evolution of the approach in implementation and management of distribution system rehabilitation projects*. Water Loss Europe 2012 – Ferrara maggio 2012.

De Mattia M.C., Mossa M., 2007. *Il Sistema idrico pugliese e la qualità e la salvaguardia delle acque sotterranee al fine del loro utilizzo in momenti di crisi di approvvigionamento*, Atti della VII Giornata Mondiale dell'Acqua - Accademia dei Lincei 22 marzo 2007, Roma.

Cotecchia V., 1955. *Influenza dell'acqua marina sulle falde acquifere in zone costiere, con particolare riferimento alle ricerche d'acqua sotterranea in Puglia*. – Geotecnica n.3 – 1955.

Portoghese I., Masciale R., Vurro M., 2010. *Aggiornamento del Bilancio Idrogeologico dei Corpi Idrici Sotterranei della Regione Puglia – Caratterizzazione quali-quantitativa dei pozzi potenzialmente utilizzabili a scopi potabili e sul loro possibile impiego ad integrazione delle risorse convenzionali in occasione di carenza idrica*. – Regione Puglia e AdB Puglia - IRSA-CNR.

Acquedotto Pugliese S.p.A., *Piano Industriale 2011-2014* da <http://www.aqp.it>.

Regione Puglia, 2012. *Quadro Strategico Nazionale: Rapporto 2011 di esecuzione degli obiettivi di servizio della Regione Puglia* – BUR-Puglia 27/06/2012 n.92.

SITOGRAFIA

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – <http://www.minambiente.it>

Regione Puglia – Portale ambientale - <http://ecologia.regione.puglia.it/>

<http://www.isprambiente.it/site/it>

<http://www.arpa.puglia.it/>

<http://www.regione.puglia.it/>

<http://www.aqp.it>

RECUPERO DI ENERGIA TERMICA DALLE ACQUE REFLUE

S.S. CIPOLLA¹, M. MAGLIONICO¹

¹Università di Bologna, Scuola di Ingegneria e Architettura, D.I.C.A.M. Dipartimento di Ingegneria civile, chimica, ambientale e dei materiali.

ABSTRACT

La gestione delle acque in ambito urbano, se non correttamente realizzata, può generare numerosi problemi che interessano la dimensione sociale, sanitaria e soprattutto ambientale. L'urbanizzazione determina infatti la trasformazione del naturale ciclo idrologico a causa dell'impermeabilizzazione dei suoli e la contaminazione delle acque. Tuttavia, la corretta gestione del ciclo integrato può trasformarsi in una risorsa ad esempio attraverso il recupero di energia termica dai sistemi fognari. Il presente lavoro illustra come le acque reflue, caratterizzate da portate e temperature approssimativamente costanti nel corso dell'anno, possono rappresentare una valida alternativa alle usuali fonti fossili sia per il riscaldamento che per il raffrescamento degli edifici. Tali tecnologie, applicabili sia nel singolo edificio che in grandi collettori, contribuiscono a rendere le città più sostenibili e a ridurre le emissioni di CO₂ come previsto dalle politiche energetiche europee.

Parole chiave: Idrotermia, Recupero di calore, Acque reflue, Energie rinnovabili.

1. INTRODUZIONE

L'obiettivo delle politiche comunitarie in campo energetico e ambientale, sviluppatasi negli ultimi decenni, è stato quello di contrastare i cambiamenti climatici e promuovere l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili mediante obiettivi vincolanti per i Paesi membri. Attualmente l'Italia è coinvolta nel "Piano 20/20/20" nel quale si prevede la riduzione delle emissioni di gas serra del 20%, la riduzione del consumo di fonti primarie del 20% ed infine l'aumento del 20% della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili il tutto entro il 2020.

Il rispetto delle attuali normative si può raggiungere sia migliorando l'efficienza energetica dei sistemi, anche mediante lo sviluppo di nuove tecnologie, sia diversificando le fonti energetiche. Tali principi dovranno essere applicati in particolare nella progettazione degli edifici che, come dimostrato in numerosi studi (Roodman *et al.*, 1995), sono responsabili dei due terzi del consumo di energia elettrica e di un terzo delle emissioni di gas serra.

Negli ultimi anni anche in Italia si è assistito ad un miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, almeno per quanto riguarda le nuove costruzioni, tuttavia sia in Italia che negli altri paesi ci si è focalizzati quasi esclusivamente sugli aspetti inerenti gli impianti di riscaldamento e raffrescamento trascurando diversi settori, tra i quali spicca quello legato all'uso e alla gestione dell'acqua.

Circa il 60% dell'acqua fornita agli edifici viene riscaldata, utilizzata come acqua calda e successivamente scaricata nel sistema fognario. La perdita di energia termica attribuibile alle acque reflue è pari al 15% dell'energia termica complessivamente fornita all'edificio, tale valore può salire sino al 30% negli edifici ben coibentati a basso consumo (Shen *et al.* 2012). In molti Paesi si sta cercando di recuperare l'energia idrotermica contenuta nelle acque reflue attraverso l'ausilio di

impianti, i cui elementi principali sono gli scambiatori e le pompe di calore (Schmid, 2009), che consentono la climatizzazione degli edifici.

Alla luce di queste osservazioni sarebbe opportuno rivisitare il concetto di acque reflue, non considerandole più esclusivamente come un prodotto di scarto, ma come una fonte di energia termica rigenerabile e pulita che può essere riutilizzata per il raffrescamento e il riscaldamento degli edifici (Meggers *et al.*, 2011).

Gli esempi di installazioni di tecnologie di questo tipo sono molteplici in tutto il mondo da oltre 30 anni. Nel 1987 il gestore delle fognature della Città Metropolitana di Tokyo costruisce un impianto che sfrutta il calore delle acque in uscita dal depuratore di Ochiai per la climatizzazione degli uffici amministrativi (Funamizu *et al.*, 2001). A partire dal 1993 l'Ufficio Federale Svizzero dell'energia (UFE) si propose l'obiettivo di sviluppare e diffondere queste tecnologie facendo diventare la Svizzera, come affermato da Schmid (Schmid, 2009), la pioniera nel campo internazionale del recupero del calore dalle acque reflue. Recentemente in Cina queste tecnologie sono state inserite negli edifici più recenti come ad esempio la stazione dei treni di Pechino, inaugurata nel 2008.

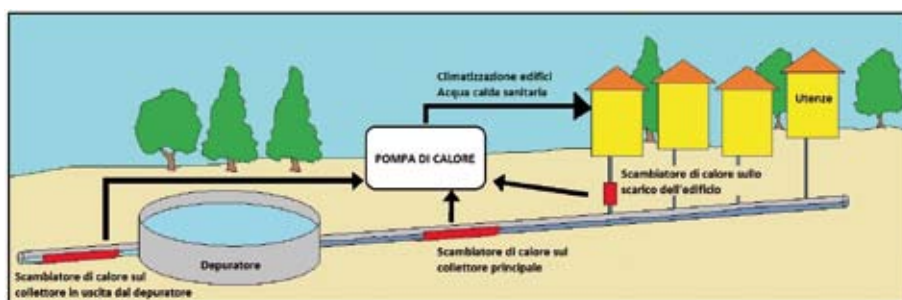
In Canada, nel mese di Maggio del 2012 è stato inaugurato a nord della città il primo impianto capace di riscaldare 60 appartamenti che costituiscono il complesso "seven35" (<http://www.adera.com/properties/current-properties/seven35/sustainability/>).

Nel mese di novembre del 2012 è stato inaugurato presso il depuratore Nosedo, che tratta ogni anno 150 milioni di metri cubi di acque di scarico provenienti dal bacino scolante centro orientale della Città di Milano, un impianto idrotermico pilota utilizzato per la climatizzazione estiva e il riscaldamento invernale dei due edifici amministrativi presenti nell'area (Mazzini *et al.*, 2012).

2. TECNOLOGIE PER IL RECUPERO E LO SFRUTTAMENTO DEL CALORE

Il recupero del calore dalle acque reflue può avvenire secondo tre approcci: a scala locale (edificio), a scala intermedia (collettore), a larga scala (valle depuratore; ciò è possibile perché, come evidenziato dalla teoria elaborata (Frijns *et al.*, 2013) le acque reflue sono un vettore di energia che nasce negli edifici e termina a valle del depuratore.

Figura 1 - Schema di funzionamento degli impianti per il recupero del calore dalle acque reflue



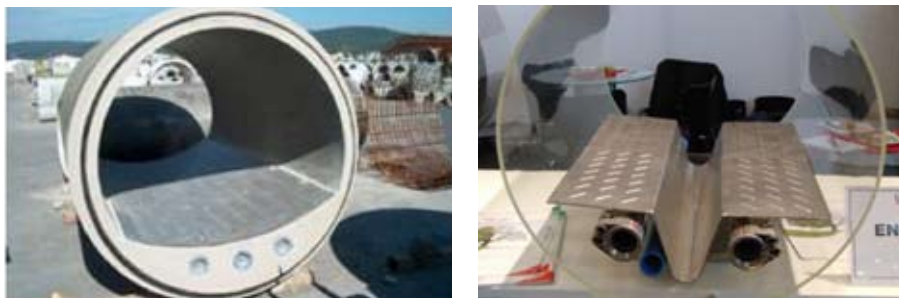
Gli usuali sistemi di recupero del calore su scala domestica sottraggono calore dalle acque di scarico delle docce, lavatrici, lavastoviglie, lavabi e lo utilizzano per preriscaldare l'acqua calda sanitaria (Meggers *et al.*, 2011). Nei Paesi Bassi in alcune nuove aree residenziali sono stati applicati degli scambiatori di calore sotto le docce che hanno portato ad un risparmio di circa il 30-40% del gas usualmente utilizzato per riscaldare l'acqua in maniera convenzionale (Frijns *et al.*, 2013)

Riferendosi invece alla "scala intermedia" le tecnologie esistenti sono due: una prevede l'installazione di uno scambiatore di calore direttamente sul fondo del collettore, l'altra prevede la deviazione di una parte della portata in un serbatoio esterno nel quale è collocato lo scambiatore di

calore. Il recupero energetico su “larga scala” usualmente viene effettuato sull’acqua trattata in uscita dal depuratore. La quantità di calore sottraibile dall’effluente è maggiore rispetto a quella estraibile dalle acque reflue, in cui, un eccessivo raffreddamento potrebbe compromettere l’efficienza del processo di depurazione.

Su scala intermedia le tecnologie esistenti sono due: una prevede l’installazione di uno scambiatore di calore direttamente sul fondo del collettore, l’altra prevede la deviazione di una parte della portata in un serbatoio esterno nel quale è collocato lo scambiatore di calore. Il recupero energetico su larga scala usualmente viene effettuato sull’acqua trattata in uscita dal depuratore. La quantità di calore sottraibile dall’effluente è maggiore rispetto a quella estraibile dalle acque reflue, in cui, un eccessivo raffreddamento potrebbe compromettere l’efficienza del processo di depurazione.

Figura 2 - Collettore fognario con integrato uno scambiatore di calore (a) o collocabile sul fondo di collettori fognari esistenti (b)



Fonte: (a) www.rabtherm.com, (b) <http://www.uhrig-bau.de>

Gli elementi essenziali da dimensionare in un sistema di recupero di calore dalle acque reflue sono lo scambiatore e la pompa di calore.

Gli scambiatori di calore possono essere classificati in base a diversi criteri tra i quali: il processo di scambio termico, il rapporto tra la superficie di scambio e il volume, le configurazioni del moto dei fluidi, la geometria costruttiva ed il meccanismo prevalente di trasmissione del calore.

Figura 3 - Scambiatore di calore a fascio tubiero collocato presso il Depuratore di Nosedo, Milano



I parametri progettuali fondamentali sono: la portata e la temperatura delle acque reflue, la differenza di temperatura del refluo a monte e a valle dello scambiatore, la geometria del collettore e dello scambiatore, la viscosità del refluo, le velocità dei fluidi nello scambiatore, la resistenza allo scorrimento causata dalla formazione del biofilm, il coefficiente di trasferimento del calore e dall'area di scambio termico.

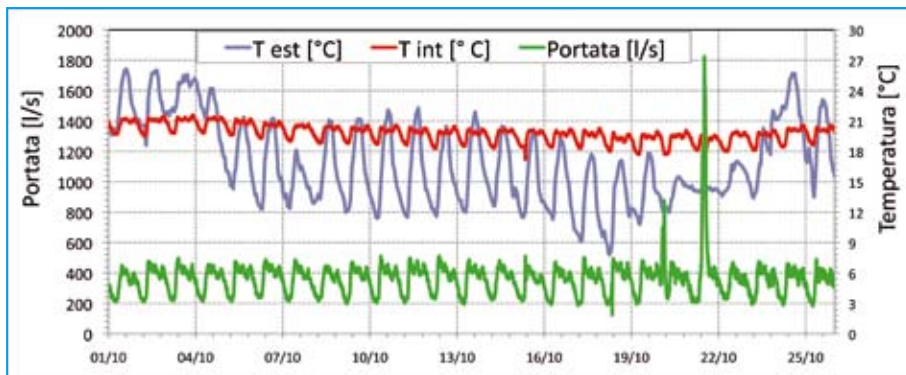
La principale problematica che coinvolge l'utilizzo di scambiatori di calore in campo fognario è la formazione di biofilm sulla parete dello scambiatore (Shen *et al.*, 2012). Il biofilm comporta una riduzione dell'efficienza di scambio termico. Per ovviare a questa problematica molti scambiatori vengono progettati con una superficie di scambio termico sovradimensionata per compensare il ridotto coefficiente di trasferimento di calore.

L'altro elemento essenziale è la pompa di calore le cui prestazioni energetiche sono valutate mediante il parametro COP (Coefficient of Performance). Il COP aumenta al diminuire del salto termico tra le due sorgenti (Qian, 2010); ciò evidenzia che per temperature del refluo di circa 10°C il valore del COP varia tra circa 3.25 e 3.5 e che il suo valore aumenta di circa 0,3 ogni 2 °C di incremento della temperatura del refluo.

3. ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO DI UN SISTEMA DI RECUPERO DEL CALORE

La conoscenza della variabilità della portata e della temperatura delle acque reflue è il punto di partenza per il dimensionamento di un sistema di recupero del calore. Indagini sperimentali (Cipolla *et al.*, 2012) hanno consentito di analizzare la variabilità sia della temperatura che della portata delle acque reflue. La Figura 4 mostra le serie temporali relative al mese di Ottobre dei tre parametri monitorati: portata, temperatura del refluo e temperatura esterna, al fine di individuarne la dinamica nel tempo.

Figura 4 - Rappresentazione dell'andamento della temperatura dell'aria esterna (T est), della temperatura del refluo (T int) e della portata (medie orarie), registrate in un collettore nel mese di Ottobre



Fonte: Cipolla *et al.*, 2012

Sia la portata che la temperatura interna mostrano un trend pressoché costante, sono invece ben visibili le fluttuazioni periodiche giornaliere. Risulta evidente che le variazioni di temperatura nel fluido sono maggiormente influenzate dalle variazioni di portata piuttosto che dalle variazioni di temperatura esterna.

L'elaborazione dei dati raccolti ha consentito la creazione di curve di parametrizzazione della portata nera e della temperatura nelle 24 ore. La portata varia in ragione della dimensione del sistema fognario con valori di picco del coefficiente giornaliero compresi tra 1,50 e 1,25 passando dai circa 12.000 a oltre 400.000 abitanti. La temperatura del refluo mostra invece una

variabilità giornaliera molto limitata con coefficienti compresi tra 0,90 e 1,05 indipendenti dal numero di abitanti.

Noto il range di variazione di portata e temperatura verrà effettuato il dimensionamento di massima di un impianto per il recupero del calore. Il dimensionamento avviene fissando la temperatura in ingresso (T_i) e la portata reflua interessata (V_F) ed è inoltre definita una condizione di temperatura all'uscita (T_u). Il problema consiste nella scelta di un appropriato scambiatore e nel suo dimensionamento, ossia nella valutazione dell'area della superficie di scambio (A_S).

La potenza termica cedibile dalle acque reflue (Q_F), mediante lo scambiatore, al fluido termovettore, viene determinata mediante l'equazione di bilancio termico:

$$\dot{Q}_F = \Delta T_W \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot V_F$$

in cui: \dot{Q}_F rappresenta la potenza termica scambiata [kW]; ΔT è la variazione di temperatura [$^{\circ}\text{K}$]; c_w è il calore specifico del fluido [pari a 4.186 kJ/kg/ $^{\circ}\text{K}$]; ρ_w è la densità [pari a 1 kg/l]; V_F è la portata [l/s].

Come esempio numerico si ipotizza che l'impianto di recupero del calore sia alimentato da una portata di 2 l/s, (portata reflua generata da circa 800-1.000 abitanti equivalenti). Le acque entreranno nello scambiatore alla temperatura di 14,9 $^{\circ}\text{C}$ e usciranno alla temperatura di 8 $^{\circ}\text{C}$; la variazione di temperatura sarà dunque pari a 6,9 $^{\circ}\text{C}$. La potenza termica ricavabile dalle acque reflue risulta essere 58 kW, con essa, mediante la seguente formula si può stimare la superficie di scambio termico in uno scambiatore a fascio tubiero.

$$\dot{Q}_F = k \cdot A_s \cdot \Delta T_m = k \cdot L \cdot N \cdot \pi \cdot d_i$$

In cui: A_s è la superficie di scambio termico in m^2 ; ΔT_m è la differenza di temperatura tra le acque reflue e il fluido termovettore in ingresso e uscita dallo scambiatore di calore in $^{\circ}\text{K}$; L è la lunghezza dei tubi [m]; N è il numero di tubi [m]; d_i è il diametro dei tubi, determinato a priori dalle specifiche degli scambiatori, usualmente pari a 20 mm; k è il coefficiente globale di scambio termico [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]. La valutazione del coefficiente globale di scambio termico può essere effettuata in base alla conoscenza dei coefficienti di scambio termico esterno e interno, calcolabili mediante le appropriate correlazioni di convezione, e della resistenza di fouling. Il valore di conducibilità adottato per acque reflue di origine organica è pari a 850 [$\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$] come misurato da Schilperoort (Schilperoort *et al.*, 2006).

L'area della superficie di scambio ottenuta è pari a 9,9 m^2 ; cautelativamente è consigliabile incrementarla del 50% per tener conto della riduzione di efficienza a causa della formazione del biofilm ottenendo un'area di scambio effettiva pari a 14,75 m^2 . Considerando una lunghezza dei tubi lunghi 3 metri, nello scambiatore a fascio tubiero ne saranno necessari 78.

La potenza cedibile dalla pompa all'impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria (Q_{ED}) è pari alla somma della potenza termica ricavabile dal fluido termovettore (\dot{Q}_F) con il lavoro esterno da fornire alla pompa di calore mediante energia elettrica (L_p).

Il rapporto tra Q_{ED} e L_p fornisce il COP, posto nel caso in esame (pompa di calore acqua-acqua) pari a 4. Il lavoro esterno da fornire alla pompa di calore mediante l'energia elettrica risulta pari a 19 kW e la potenza cedibile dalla pompa all'impianto di riscaldamento e di produzione acqua calda sanitaria pari a 77 kW, corrispondenti a circa 674 MWh/anno.

4. CONCLUSIONI

Nel presente lavoro si sono illustrate le potenzialità e le tecniche di recupero di calore dalle acque reflue. Queste tecnologie hanno già trovato da tempo applicazioni in numerose realtà internazionali, ma ancora scarse applicazioni sul nostro territorio, sebbene soluzioni di questo tipo vadano nella direzione di incrementare l'efficienza energetica degli edifici trasformando un rifiuto in una preziosa risorsa.

BIBLIOGRAFIA

- Cipolla S., Maglionico M. & Di Domenico S., 2012. *Analisi della variabilità della portata e della temperatura delle acque reflue urbane*. Atti del XXXIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Brescia, 10-15 settembre 2012: 10-15.
- Frijns J., Hofman J. & Nederlof M., 2013. *The potential of (waste)water as energy carrier*. Energy Conversion and Management 65: 357-363..
- Funamizu N., Iida M, Sakakura Y & Takakuwa T, 2001. *Reuse of heat energy in wastewater: implementation examples in Japan*. Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research 43(10): 277-85.
- Mazzini R. & Davoglio G., 2012. *Sostenibilità ed efficienza energetica dalle acque di scarico depurate-Case history di Milano Nosedo*. Ingegneria Ambientale vol.XLI n.6.
- Meggers F. & Leibundgut H., 2011. *The potential of wastewater heat and exergy: Decentralized high-temperature recovery with a heat pump*. Energy and Buildings 43(4): 879-886.
- Qian J., 2010. *Heating performance analysis of the direct sewage source heat pump heating system*. International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering: 1337-1340.
- Roodman D.& Lenssen M., 1995. *A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction*. Book of papers, Worldwatch Institute, Paper 24 Washington DC: 23-24.
- Schilperoord R., Gruber G., Flamink C., Clemens F. & Van der Graaf J., 2006. *Temperature and conductivity as control parameters for pollution-based real-time control*. Water Science & Technology 54(11): 257-263.
- Schmid F., 2009. *Sewage water: interesting heat source for heat pumps and chillers*. Swiss Energy Agency for Infrastructure Plants.
- Shen C., Jiang Y., Yao Y. & Wang X., 2012. *An experimental comparison of two heat exchangers used in wastewater source heat pump: A novel dry-expansion shell-and-tube evaporator versus a conventional immersed evaporator*. Energy 47(1): 600-608.

IL RIUSO DELLE ACQUE REFLUE DEPURATE COME CONTRIBUTO ALLA SOSTENIBILITÀ DELLE AREE URBANE

A. BIANCO¹, S. SALVATI¹

¹Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Dipartimento tutela della acque interne e marine

ABSTRACT

Il riuso delle acque reflue depurate può rappresentare, nella misura della sua diffusione, un importante espediente tecnico-gestionale per migliorare l'impatto degli scarichi urbani sui corpi idrici, operando così una trasposizione concettuale, oltre che di fatto, degli scarichi depurati da pressione potenziale a risorsa. Il presente contributo illustra come il riuso delle acque reflue depurate d'origine urbana, se inserito all'interno di un modello gestionale più attento alla valorizzazione dell'acqua, può contribuire a ridurre l'impatto dei grandi centri urbani sui corpi idrici e al contempo, in funzione col livello del trattamento adottato, rendere disponibili acque di qualità idonee con differenti tipologie di utilizzo.

Parole chiave: depurazione, riuso, acque reflue, servizio idrico integrato, direttiva 91/271/CEE, direttiva 2000/60/CE, scarichi civili, reti duali, risparmio idrico, collettamento.

1. INTRODUZIONE

Sia i prelievi idrici ad uso civile che gli scarichi prodotti dagli agglomerati urbani rappresentano due facce della stessa medaglia, che nell'ambito della generale insostenibilità dei sistemi urbani, rischiano di compromettere il mantenimento e la rigenerazione delle acque. La tendenza all'insostenibilità dei sistemi urbani, di cui le città sono un formidabile moltiplicatore, richiede l'adozione di paradigmi gestionali altri, che portino al superamento della settorializzazione del servizio idrico integrato a favore di una maggiore interconnessione complessiva, che metta al centro l'uso efficiente dell'acqua e la salvaguardia degli ambienti acquatici, quali fornitori di importantissimi servizi ecosistemici fondamentali anche per il benessere sociale ed economico. Un uso efficiente della risorsa idrica e l'adozione di paradigmi gestionali più attenti all'intima connessione, spesso trascurata, tra i prelievi di risorse idriche di pregio e lo scarico dei reflui prodotti da una città, è uno dei cardini centrali intorno al quale riformare l'assetto dei servizi idrici. Prelievi e scarichi sono infatti legati da una relazione che spesso mette in crisi i corpi idrici, sia superficiali che sotterranei. È evidente infatti che gli scarichi prodotti dai sistemi urbani, pur nel rispetto dei limiti tabellari imposti dalle normative di settore, spesso possono accrescere la pressione su corpi idrici che per ragioni diverse (non ultima, come vedremo, quella climatica) sono soggetti a livelli di stress crescenti certamente insostenibili nel medio lungo periodo.

Considerati i volumi d'acqua potenzialmente in gioco, il riutilizzo delle acque reflue depurate può rappresentare un importante strumento per trasformare una potenziale criticità in un grande beneficio ambientale. Difatti i volumi d'acqua recuperati potrebbero trovare un impiego vantaggioso in numerosi campi (sia civili, che agricoli e industriali) contribuendo ad alleggerire lo stress idrico di corsi d'acqua e degli acquiferi, con benefici ambientali tangibili sia sul piano qualitativo che quantitativo. Senza considerare l'ulteriore effetto benefico indotto dalla riduzione del numero degli scarichi nei corpi idrici. Gli scarichi, soprattutto se in rapida successione e rilevanti

in volume, rispetto alla portata del corpo idrico recettore, in determinate condizioni possono comprometterne la capacità autodepurativa, contribuendo a ridurre la resilienza dell'ecosistema corpo idrico stesso⁸.

2. PRESSIONI ANTROPICHE DA PARTE DEI SISTEMI INSEDIATIVI

A distanza di 22 anni dall'emanazione della direttiva 91/271/CEE⁹ (direttiva acque reflue urbane), a fronte di un innegabile miglioramento del sistema fognario-depurativo nazionale, l'applicazione della direttiva acque reflue presenta ancora numerose criticità (testimoniate dalle procedure di infrazione comunitaria a carico del nostro Paese) e il sistema fognario-depurativo, a causa anche dei grandi numeri in gioco, costituisce ancora uno dei grandi fattori di pressione a carico dei corpi idrici.

La depurazione delle acque reflue costituisce un aspetto di grande importanza nell'ambito del Servizio Idrico Integrato (SII) in quanto la qualità e la quantità dei volumi depurati, una volta scaricati nei corpi idrici recettori, incidono direttamente sulla capacità dei corpi idrici stessi di supportare quei servizi ecosistemici fondamentali anche per l'uomo. Da un punto di vista tecnico, la depurazione viene attuata nell'ambito di impianti tecnologici più o meno complessi che se ben condotti determinano un l'abbattimento delle concentrazioni degli agenti inquinanti (siano essi fisici, chimici e biologici) fino ai livelli di concentrazione fissati dalla normativa. Un limite di tale approccio è dato dagli effetti cumulativi determinati in alcuni casi dalla presenza contemporanea e ravvicinata nel medesimo corpo idrico di più scarichi che, seppur nel rispetto dei valori limite d'emissione, in determinate circostanze (es. presenza di scarichi troppo grandi rispetto alla capacità depurativa o alla portata del corso d'acqua, numero di scarichi posti in rapida successione e a una distanza tale da non consentire la corretta attuazione dei naturali processi autodepurativi, ecc.) possono causare la degradazione della qualità dei corpi idrici.

Un importante passo in avanti rispetto alla semplice imposizione di limiti allo scarico è stato mosso grazie alla direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE (Water Framework Directive - WFD) che ha introdotto il cosiddetto <<approccio combinato>> basato sulla riduzione dell'inquinamento alla fonte, attraverso la fissazione di valori limite per le emissioni e di obiettivi di qualità ambientale¹⁰. L'obiettivo della WFD di proteggere, migliorare e ripristinare lo stato di tutti i corpi idrici superficiali si esplica nel raggiungimento del "buono stato" ¹¹ entro il termine temporale del 2015.

Dotare il sistema insediativo nazionale di fognature e depuratori efficienti con requisiti tecnici adeguati alle dimensioni dell'utenza e alla sensibilità delle acque recipienti, rappresenta uno dei presupposti essenziali per il raggiungimento/mantenimento del buono stato dei corpi idrici al 2015 e il raggiungimento degli obiettivi della WFD. Allo stato attuale sul territorio nazionale

8 Intesa come la proprietà degli ecosistemi di recuperare funzioni fondamentali associate ai flussi di energia e ai cicli dei materiali dopo eventi di disturbo, naturale o antropico, particolarmente stressanti.

9 La direttiva 91/271/CEE ha lo scopo di proteggere l'ambiente dalle ripercussioni negative provocate dagli scarichi, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque reflue urbane. La Direttiva prevede che tutti gli agglomerati urbani devono essere provvisti di rete fognaria per convogliare i reflui ad impianti di trattamento, con requisiti tecnici adeguati alle dimensioni dell'utenza ed alla "sensibilità" delle acque recipienti.

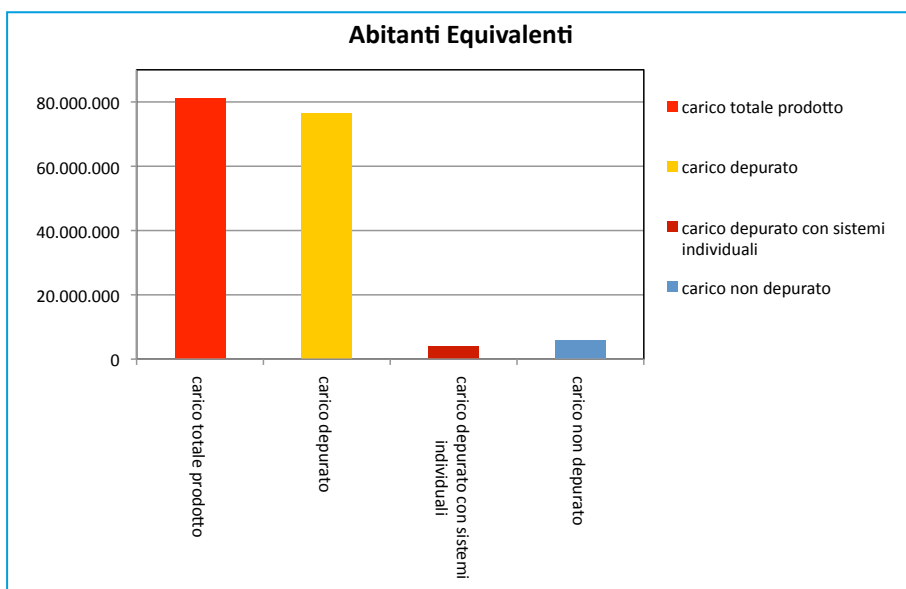
10 La direttiva, in particolare, prevede per ciascuna categoria di corpo idrico superficiale (fiumi, laghi, acque di transizione o acque costiere) devono essere identificati i diversi "tipi" e per ciascun tipo devono essere fissate le condizioni di riferimento. Le condizioni di riferimento rappresentano i valori degli elementi di qualità (per i parametri biologici, idromorfologici, fisici e fisico-chimici), specifici per ciascun tipo nello stato "elevato" e cioè la condizione che corrisponde all'assenza di impatti antropici.

11 Il buono stato è la condizione in cui i valori degli elementi di qualità biologica associati ad un corpo idrico superficiale di un certo tipo, presentano livelli poco elevati di distorsione dovuti all'attività umana e pertanto si discostano solo lievemente da quelli di norma associati a quel tipo di corpo idrico in condizioni inalterate. In corrispondenza del buono stato i parametri idromorfologici e quelli fisici e fisico-chimici devono presentare di conseguenza condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori fissati per gli elementi biologici. Questo significa che, per il conseguimento degli obiettivi fissati, la Direttiva richiede l'attuazione di un approccio integrato volto alla tutela e al ripristino di tutti i fattori che intervengono nella definizione stessa dello stato del corpo idrico.

risultano censiti 3.203 agglomerati¹² superiori ai 2.000 abitanti equivalenti¹³ (A.E.). Tali agglomerati producono un carico organico biodegradabile (BOD) di circa 81 milioni di A.E.. Circa 76 milioni di questo carico è depurato con sistemi tradizionali, mentre 4 milioni circa sono depurati ricorrendo a sistemi individuali¹⁴. È da rilevare che l'8% dell'intero carico antropico prodotto dagli agglomerati con più di 2.000 A.E. (pari a circa sei milioni e mezzo di A.E.), non è sottoposto ad alcun trattamento depurativo ed è scaricato nei corpi idrici senza alcuna depurazione.

Il carico organico prodotto dai 3.203 agglomerati maggiori di 2.000 A.E. è trattato in 4.052 impianti di depurazione, mentre 1.861 sistemi di collettamento scaricano nell'ambiente senza alcuna depurazione. Gli scarichi prodotti da agglomerati maggiori di 2.000 A.E. sono 5.912, di cui 3.136 ubicati in aree sensibili¹⁵ o relativi bacini di raccolta.

Figura 1 - Ripartizione del carico organico prodotto dagli agglomerati maggiori di 2000 A.E



Fonte: elaborazione degli autori

Il verdetto dei numeri ci dice che la strada da intraprendere per ridurre significativamente l'impatto dei sistemi urbani sui corpi idrici è ancora impegnativa. Per centrare gli obiettivi della WFD è essenziale infatti che il carico inquinante generato dai sistemi insediativi venga ridotto il più possibile prima dello scarico nei corpi idrici, focalizzando l'attenzione alla risoluzione delle criticità legate all'attuazione della direttiva acque reflue. Non bisogna dimenticare, tuttavia, che

12 Il termine "agglomerato", ai sensi della Direttiva 91/271/CEE, indica l'area in cui la popolazione e/o le attività economiche sono sufficientemente concentrate così da rendere possibile la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un impianto di trattamento di acque reflue urbane o verso un punto di scarico finale.

13 I dati sono aggiornati al 31.12.2009 e si riferiscono agli agglomerati con oltre 2.000 abitanti equivalenti.

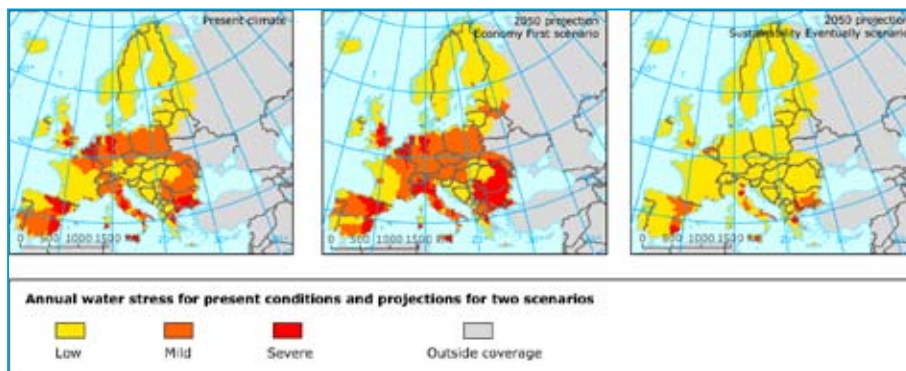
14 Secondo la direttiva acque reflue e "sistemi individuali o appropriati" (IAS) devono rappresentare una valida alternativa ai tradizionali sistemi di collettamento e trattamento delle acque reflue urbane quando non sono presenti le condizioni ambientali ed economiche idonee all'installazione degli stessi. Il ricorso ai sistemi individuali deve essere limitato ai casi 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".

15 Le aree sensibili comprendono i corpi idrici esposti al rischio di eutrofizzazione, per cui dovranno necessariamente essere previsti trattamenti di depurazione più spinti per gli scarichi in esse recapitanti. In tali aree, in ragione della loro fragilità, devono essere previste particolari attenzioni e specifiche misure di prevenzione e azioni di protezione.

tali azioni potrebbero non essere sufficienti, in special modo per quei corpi idrici soggetti anche alla pressione crescente dei prelievi da parte del sistema socio-economico. Un corpo idrico con portate ridotte a causa dei prelievi eccessivi è infatti molto più vulnerabile anche nei confronti di scarichi a norma.

Un ulteriore fattore di pressione sul sistema idrico è, infatti, la domanda d'acqua da parte dei comparti civile, agricolo e industriale. In alcuni corpi idrici tale domanda incide talmente tanto sulla circolazione idrica naturale, da limitare significativamente la capacità di diluizione degli inquinanti nonché l'attuazione di processi autodepurativi naturali. In altri ancora – come nel caso delle acque sotterranee – possono indurre profonde alterazioni idrochimiche, come ad esempio in molti acquiferi costieri colpiti dall'ingressione delle acque marine. Tale tendenza allo sfruttamento è aggravata anche dalle problematiche emergenti legate ai cambiamenti climatici. Il *water stress indicator* è un indicatore elaborato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) che fornisce una misura della pressione quantitativa esercitata sui sistemi acquatici da parte del sistema socio-economico. L'indicatore, espresso in termini percentuali, viene calcolato come rapporto tra l'estrazione annuale di acque dolci per i diversi usi e la stima delle risorse idriche rinnovabili disponibili su base annuale a livello di bacino idrografico¹⁶. La figura 2 mostra una rappresentazione dello stress idrico a livello europeo secondo tre scenari differenti. A sinistra è riportata la situazione al momento in cui è stato effettuato lo studio (EEA, 2012), lo scenario centrale si riferisce a una simulazione che non prevede l'adozione nel medio-lungo termine (2050) di misure orientate alla sostenibilità; lo scenario di destra invece è relativo a una simulazione che prevede l'adozione di sistemi di gestione sostenibile delle risorse idriche (2050). Gli scenari riportati in figura 2 ci informano che la mancata adozione nel medio-lungo termine di politiche dell'acqua orientate alla sostenibilità, non potrà che portare a un peggioramento della già delicata situazione attuale. Ciò vale in particolar modo per i paesi come l'Italia che si affacciano sul Mediterraneo. Per scongiurare tale prospettiva di sofferenza idrica è necessario pertanto adottare, già nel breve periodo, modelli gestionali innovativi che sappiano far fronte alle problematiche emergenti indotte dalla combinazione di domanda d'acqua crescente e cambiamenti climatici.

Figura 2 - Rappresentazione dello stress idrico a livello continentale



Fonte: EEA, 2012

Per quanto appena illustrato, tenuto conto dei consumi crescenti da parte dei cittadini e dei comparti agricolo e industriale, dei cambiamenti climatici – che potranno aggravare ulteriormente le problematiche connesse con le carenze idriche e la siccità – e dei carichi inquinanti veicolati ai corpi idrici dagli scarichi delle città, è quanto mai necessario adottare soluzioni innovative impron-

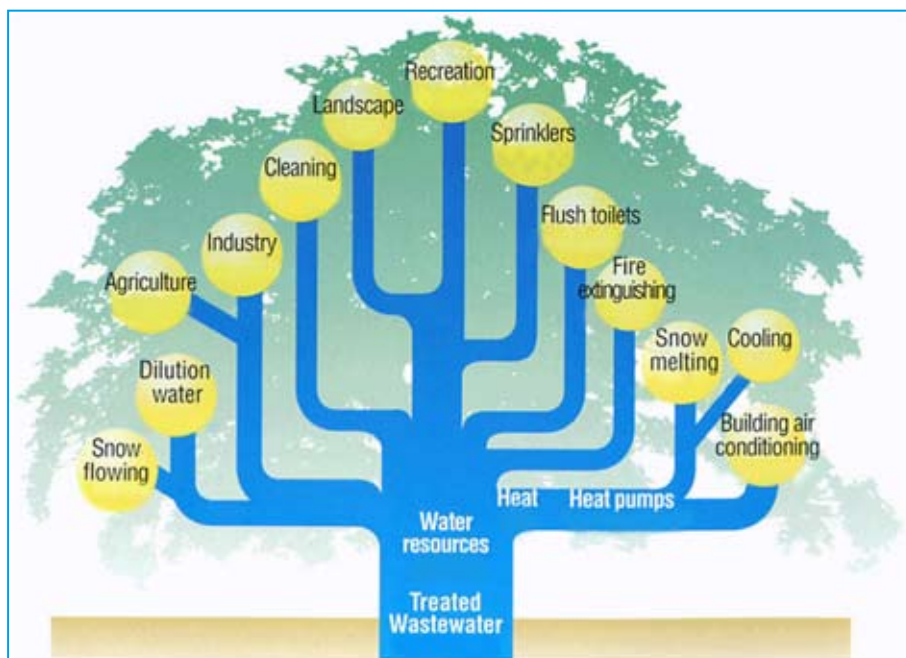
¹⁶ Se il WEI assume valori compresi 0.0 e 0.2 lo stress idrico è considerato basso, se il WEI assume valori compresi tra 0.2 e 0.4 lo stress idrico è medio, nel caso con cui il WEI assume valori maggiori di 0.4 allora ci troviamo in una situazione di stress idrico elevato.

tate da un lato alla promozione del risparmio idrico (ad esempio, ricorrendo a pratiche agricole sostenibili) e dall'altro allo sviluppo di tecnologie finalizzate ad un uso efficiente dell'acqua, tra queste il riutilizzo delle acque reflue depurate potrà occupare un ruolo di primaria importanza per ridurre l'impatto delle città sui corpi idrici. Nei paragrafi che seguono saranno passate in rassegna le principali questioni concernenti il riuso delle acque reflue depurate, dai possibili ambiti di utilizzo, ai benefici ambientali, sociali ed economici, nonché i possibili rischi.

3. IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE DEPURATE

Il riuso delle acque reflue è un esempio di *Environmentally Sound Technologies (ESTs)*. Le *ESTs* sono definite nel capitolo 34 dell'Agenda 21¹⁷ come quelle applicazioni che, proteggono l'ambiente; sono meno inquinanti; usano le risorse in un modo più sostenibile; riciclano molti dei propri prodotti/rifiuti; si occupano dei rifiuti in un modo più accettabile rispetto alle tecnologie da esse sostituite. L'uso delle *ESTs* può giocare un ruolo chiave per favorire la protezione e la gestione integrata delle risorse idriche (UNEP). Lo spettro degli ambiti potenziali d'utilizzo delle acque reflue depurate è molto ampio e va dagli ambiti più tradizionali civile, agricolo e industriale fino alla riqualificazione del paesaggio (Fig. 3).

Figura 3 - Albero delle possibili applicazioni del riutilizzo



Fonte: Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan (MLIT), 2001

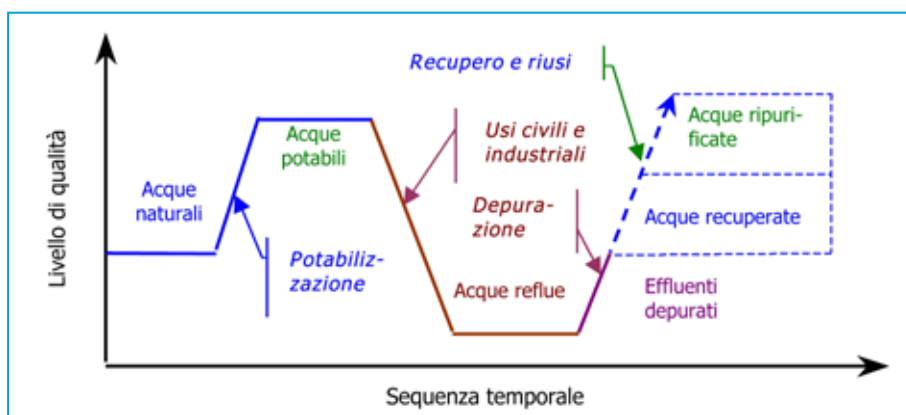
I benefici ambientali del riuso che possono essere ricapitolati come segue:

- riduzione degli scarichi nei corpi idrici;
- riduzione dei prelievi dagli ecosistemi idrici;
- maggiore disponibilità di sorgenti idriche distribuite sul territorio;
- limitazione dell'uso di acque potabili per scopi che non richiedono standard qualitativi elevati.

17 Agenda 21, letteralmente cose da fare nel 21 secolo, è uno dei documenti strategici scaturiti dalla Conferenza ONU su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro nel 1992.

La fig. 4 rappresenta, in sequenza temporale, le modifiche qualitative conseguenti l'impiego delle acque da parte dell'uomo. Le risorse idriche di migliore qualità sono di norma impiegate per produrre acqua ad uso potabile. Successivamente queste ultime vengono inquinate dagli usi urbani e industriali.

Figura 4 - Modifiche delle caratteristiche delle acque connesse al loro uso ed ai trattamenti di potabilizzazione, depurazione e affinamento



Fonte: Mujeriego & Asano, 2000

Gli impianti di trattamento delle acque reflue sono concepiti per recuperare il livello qualitativo richiesto allo scarico, tenuto conto delle esigenze dell'ambiente acquatico e degli usi multipli dei corpi idrici recettori. In genere sono sufficienti obiettivi di depurazione non particolarmente stringenti, conseguibili con processi depurativi che spesso restituiscono reflui di qualità inferiore a quella delle acque originariamente attinte. Il riutilizzo richiede invece alcune fasi integrative di affinamento, diversificate in funzione degli usi successivi (che possono anche comprendere il riuso potabile diretto). In assenza di vincoli di carattere economico, gli avanzamenti delle tecnologie depurative permettono infatti di produrre dai reflui acqua di qualità anche molto elevata, utilizzabile potenzialmente per qualsiasi uso.

Il riuso delle acque reflue dipende naturalmente dalle caratteristiche idrauliche e biochimiche dei reflui da trattare che determinano la metodologia e il livello di depurazione più adatto. A titolo d'esempio il riuso in agricoltura richiede in generale un livello di trattamento più basso di quello previsto per un uso domestico.

Le acque reflue recuperate possono essere riutilizzate sia nel comparto civile, per applicazioni di tipo urbano e ricreativo, sia nel comparto produttivo, per impieghi di tipo agricolo e industriale. L'agricoltura è oggi il settore produttivo che più frequentemente ne fa ricorso, in quanto soggetto in maniera significativa agli effetti della carenza idrica. Nel panorama continentale (D. Bixio et al., 2005) le acque reflue recuperate sono riutilizzate da ormai qualche decennio. In alcuni Paesi, ove i problemi di siccità hanno portato alla ricerca di fonti alternative di approvvigionamento idrico, come Stati Uniti e Israele, il riutilizzo è una pratica consolidata in molti settori. Per poter riutilizzare l'acqua per uno qualsiasi dei predetti scopi, si deve comunque raggiungere un certo grado di qualità, soprattutto igienico-sanitaria con trattamenti più spinti del secondario e di disinfezione (Bixio et al 2004), finalizzati all'ottenimento di un elevato grado di qualità dell'acqua, attraverso l'abbattimento della carica microbica, dei nutrienti e delle sostanze tossiche.

Il riutilizzo delle acque reflue in Italia è disciplinato dal Decreto del 12 giugno 2003, n. 185 che stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane ed industriali attraverso la regolamentazione delle destinazioni d'uso e dei relativi requisiti di qualità. Il Decreto indica tre possibilità di riutilizzo delle acque recuperate: in campo agricolo per l'irrigazione; in

campo civile per il lavaggio delle strade, l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento e per l'alimentazione delle reti duali di adduzione; in campo industriale per la disponibilità dell'acqua antincendio e di lavaggi dei cicli termici.

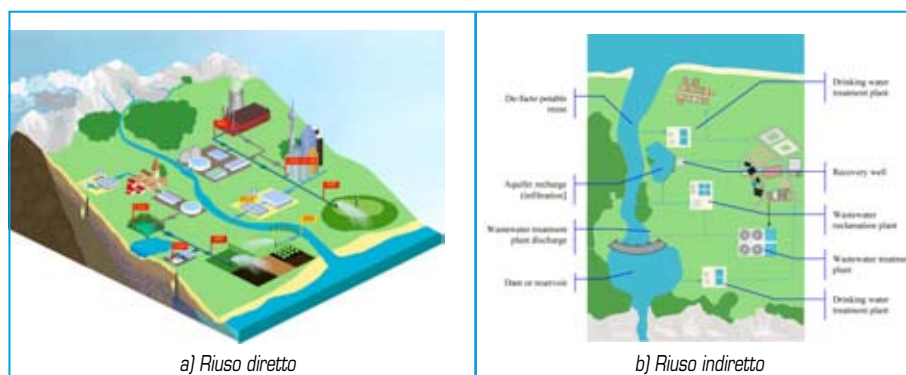
3.1 Tipologie di riuso delle acque reflue depurate

Il riutilizzo delle acque reflue può avvenire secondo due schemi generali. Il primo che prevede un riutilizzo diretto delle acque depurate al fine di ridurre la domanda di acqua di qualità e, di conseguenza, la pressione sulle sorgenti d'acqua potabile; il secondo prevede un riutilizzo indiretto attraverso il reinserimento delle acque reflue depurate nel sistema idrologico naturale (EUWI, 2007).

Il riutilizzo diretto può essere indirizzato ai seguenti usi:

- irrigazione;
- processi produttivi;
- alimentazione di reti duali per usi civili non potabili;
- spegnimento incendi, lavaggio strade, rimozione polveri, innevamento artificiale;
- usi ricreativi e creazione di nuovi ecosistemi acquatici;
- ricarica degli acquiferi attraverso pozzi, per il controllo dell'intrusione salina.

Figura 5 - Schemi di riutilizzi delle acque reflue



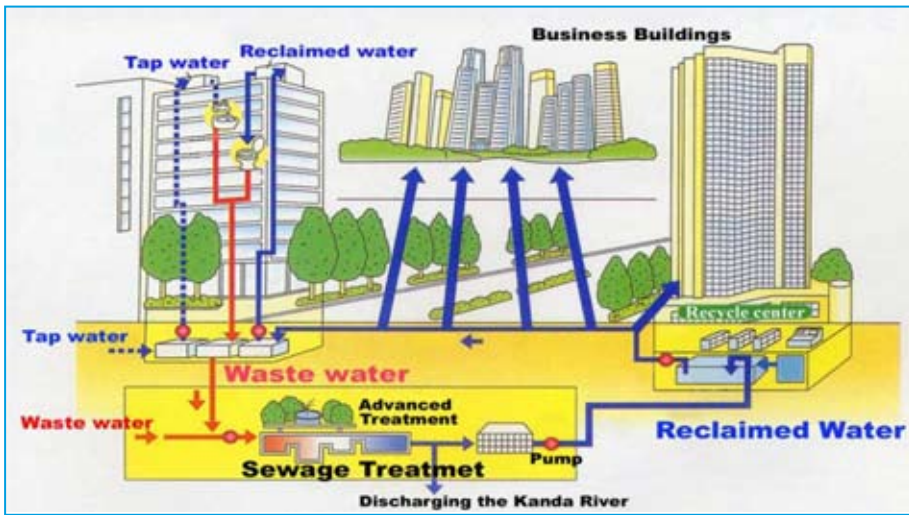
Fonte: a) Veolia, 2006; b) European Commission, 2006

Il riutilizzo indiretto prevede invece lo <<stoccaggio>> intermedio del refluo depurato in bacini naturali o artificiali prima del prelievo, dell'eventuale ulteriore trattamento (se richiesto da un particolare uso) e della distribuzione all'utilizzatore finale. Un caso particolare di riutilizzo indiretto è la ricarica degli acquiferi per il controllo, ad esempio, dell'intrusione salina.

3.1.1 Riutilizzo urbano e residenziale

Il fabbisogno di acqua per il lavaggio delle strade nei centri urbani, per l'irrigazione del verde pubblico o di campi di aree destinate al verde (ad esempio campi da golf) potrebbe essere soddisfatto utilizzando acque reflue depurate. Anche per alcuni usi domestici che non richiedono l'impiego di acqua potabile (ad esempio, lavaggio WC, irrigazione giardino, lavatrice) si può ricorrere ad acqua riciclata, che può essere fornita sia attraverso una seconda rete di distribuzione sia con il riciclaggio di acque grigie, nere o di raccolta dell'acqua piovana. Il problema maggiore è la possibilità di contaminazione biologica attraverso aerosol. Per minimizzare il rischio di esposizione del refluo deve essere adeguatamente trattata, al fine di renderla adatta alla distribuzione per specifici impieghi.

Figura 6 - Esempio di riutilizzo in ambito urbano



Fonte: Tokyo Metropolitan Government, 2001

3.1.2 Riutilizzo in agricoltura

L'importanza di questo tipo di riutilizzo sta acquistando sempre maggiore rilievo anche in Europa, soprattutto nel bacino del Mediterraneo. In tale area infatti, la tradizionale carenza di risorse idriche naturali si manifesta con picchi stagionali che incidono negativamente non solo sull'agricoltura, ma anche sulle altre attività economiche (e particolarmente sul turismo) e sul benessere della popolazione. Una delle conseguenze primarie di un diffuso ricorso a forme di riutilizzazione agricola (o paesaggistica) degli effluenti affinati è una maggiore disponibilità di risorse idriche naturali per gli usi civili ed industriali.

Esistono numerosi vincoli all'utilizzo delle acque reflue in agricoltura, alcuni di essi possono essere limitati ma non eliminati del tutto. Uno di questi è dato dal fatto che in molti casi le acque di scarico sono disponibili in una zona molto distante o ad una quota inferiore rispetto alle aree agricole potenzialmente interessate al riuso. Tale vincolo, sostanzialmente economico-finanziario, oltre che tecnico, richiede pertanto una attenta valutazione che metta in relazione oltre che la fattibilità tecnica, la convenienza economica dell'operazione (ISPRA, Università degli studi di Brescia, 2012). Un altro importante elemento da considerare è il rischio di contaminazione e alterazione delle caratteristiche del suolo. Ciò in considerazione della possibilità che siano pregiudicate le caratteristiche qualitative e quantitative dei prodotti agricoli, fino a comprometterne l'uso alimentare (World Health Organization, 2006, Weber et al., 2005).

3.1.3 Riutilizzo nell'industria

E' necessario, innanzitutto, distinguere fra gli impieghi all'interno del ciclo produttivo propriamente detto, caratterizzati dal pericolo di contaminazione dell'uomo e dei prodotti, e gli impieghi "accessori", generalmente a circuito chiuso, come nel caso del raffreddamento.

Il reintegro dell'acqua nei sistemi di raffreddamento rappresenta attualmente l'applicazione prevalente in ambito industriale delle acque reflue recuperate e la qualità dell'acqua richiesta dipende dal tipo di circuito di raffreddamento utilizzato e deve soddisfare precisi criteri, al fine di evitare danni alle apparecchiature.

I requisiti di qualità per il riutilizzo delle acque reflue nell'industria, possono essere più o meno restrittivi (fermo restando il rispetto dei limiti di legge allo scarico), in funzione del tipo di impiego, della tipologia dell'attività produttiva e delle lavorazioni specifiche dei singoli processi.

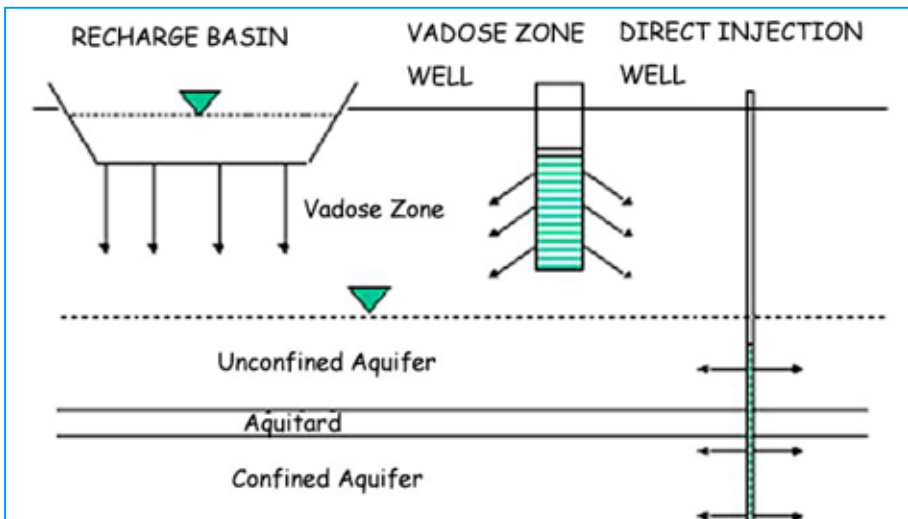
3.1.4 Miglioramento ambientale

L'uso delle acque reflue depurate per la valorizzazione ambientale riguarda principalmente il ripristino di habitat, quali, ad esempio le zone umide. Questi ambienti, normalmente integrati nel ciclo naturale dell'acqua e alimentati da pioggia o di corsi d'acqua naturali, sono stati spesso danneggiati dall'intervento umano. La costruzione di dighe, il drenaggio dei terreni o l'eccessivo prelievo di acque sotterranee hanno portato ad essiccamento periodico o permanente di tali ecosistemi (EEA, 2002). In questo contesto, il riutilizzo delle acque reflue può contribuire alla conservazione degli elementi naturali e ad un aumento della biodiversità.

3.1.5 Ricarica delle falde

La ricarica delle falde acquifere è un'applicazione di riutilizzo dei reflui depurati utile per preservare il livello delle acque sotterranee, per proteggere le falde acquifere costiere contro l'intrusione salina e per immagazzinare acqua per uso futuro. Metodi di ricarica comunemente usati sono l'infiltrazione e l'immissione nella falda acquifera (Bouwer, 2000). L'infiltrazione può essere effettuata in vasche di diffusione, dove l'acqua filtra in verticale o per infiltrazione attraverso l'argine fluviale. In entrambi i casi il passaggio attraverso il suolo contribuisce ad una ulteriore purificazione dell'effluente e viene perciò chiamato *Soil Treatment Aquifera* (SAT). Il tasso di infiltrazione del sistema dipende dalla permeabilità del terreno che, nel tempo, può essere influenzata negativamente da problemi di intasamento. La ricarica degli acquiferi con acque reflue depurate viene generalmente classificata come riutilizzo potabile indiretto.

Figura 7 - Ricarica degli acquiferi



Fonte: Fox, 1999

4. CONCLUSIONI

Il riuso delle acque reflue depurate può essere considerato un espediente innovativo per orientare il ciclo urbano delle acque nella direzione di una maggiore sostenibilità. Il vantaggio del riutilizzo risiede nella possibilità di garantire un approvvigionamento idrico, almeno per gli usi per i quali non sono richieste acque di qualità elevata, a costi relativamente contenuti, contribuendo da una parte ad alleggerire la pressione quali-quantitativa sulle risorse idriche di pregio e dall'altra a favorire la conservazione e il rinnovamento delle medesime nel medio-lungo periodo. Il costo elevato associato al riutilizzo delle acque reflue depurate è uno degli argomenti utilizzati dai detrattori di questa importantissima pratica gestionale. Accade spesso, infatti, che i benefici, anche econo-

mici, del riutilizzo vengano nascosti da analisi economiche semplificate che non considerano tutti i costi ambientali o le esternalità degli usi dell'acqua. La corretta contabilizzazione dei costi associati a un determinato uso, incluse le esternalità ambientali, diventa quindi un passo importante in quanto unico strumento di valutazione dei costi effettivi. Attualmente le tariffe dell'acqua non riflettono nel loro costo il valore reale dell'acqua e, per il futuro, è opportuno che esse vengano determinate valutando anche le esternalità sociali, economiche e ambientali dell'uso e dando il giusto peso al valore (non esclusivamente economico) di avere sistemi idrici in salute e rigenerabili nel lungo periodo. In tal senso la WFD, grazie alla fissazione di obiettivi ambientali per tutti i corpi idrici, rappresenta un punto fermo da cui partire anche in riferimento alla pratica gestionale del riuso delle acque reflue depurate, che in tale quadro può effettivamente rappresentare un importante strumento per rendere le città più sostenibili.

BIBLIOGRAFIA

- Bixio D., De Koning J., Savic D., Wintgens T., Melin T. and Thoeye C., 2005. *Wastewater reuse in Europe*, Intl Conf. Integrated Concepts in Water Recycling, 14-17 February 2005 wollongong, NSW Australia.
- Bixio D., De heyder B., Joksimovic D., Chikurel H., Aharoni A., Miska V., Muston M., Schäfer A. and Thoeye C., 2004. *Municipal Wastewater reclamation: where do we stand? An overview of treatment technology and management practice*. IWA World Water Congress, September 2004, Marrakech.
- Bouwer H., 2000, *Integrated Water management: emerging issues and challenges*. *Agricultural Water Management*, 45, 217-228.
- European Commission, 2006. *Water Reuse System Management Manual – AQUAREC*. Edited by Davide Bixio and Thomas Wintgens, Directorate-General for Research Global change and ecosystems.
- European Environment Agency, 2012. *Annual water stress for present conditions and projections for two scenarios*, [online] available from <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/annual-water-stress-for-present>.
- Fox, P., 1999. *Advantages of Aquifer recharge for a sustainable water supply*. Proceedings of the International Symposium on Efficient Water Use in Urban Areas. IETC Report 9, pp.163-172.
- ISPRA, Università degli studio di Brescia, 2012, *Modello d'indagine per la fattibilità del riuso delle acque reflue depurate*. Manuali e linee guida 80/2012. [online] Disponibile al <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/modello-di-indagine-per-la-valutazione-della-fattibilita-del-riuso-delle-acque-reflue-depurate>.
- Joint Mediterranean EUW/wfd process, 2007, *Mediterranean Wastewater Reuse Report*, [online] available from <http://www.emwis.net/topics/wastewater>.
- Mujeriego R., Asano T., 2000. *The role of advanced treatments in wastewater reclamation and reuse*. *Wat. Sci. & Tech.*, 40, 4-5, pp. 1-9.
- Tokyo Metropolitan Government, 2001. *Sewage in Tokyo - Advanced Technology* [online] Available from <http://www.gesui.metro.tokyo.jp/english/technology.htm>.
- United Nations Environment (UNEP), Programme Division of Technology, Industry and Economics. *Water and wastewater reuse, an environmentally sound approach for sustainable urban water management*. [online] available from http://www.unep.or.jp/ietc/publications/water_sanitation/wastewater_reuse/.
- Weber S., S. Khan, J. Hollender, 2005. *Human risk assessment of organic contaminants in reclaimed wastewater*, Intl Conf. Integrated Concepts in Water Recycling, 14-17 February 2005 Wollongong, NSW Australia used for irrigation.
- World Health Organization, 2006. *Guidelines for the safe use of, wastewater, excreta and grey-water, volume 2, wastewater use in agriculture*, WHO Press, available from http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html.

RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE URBANE DEPURATE: STATO ATTUALE E SCENARI FUTURI NELLE PROVINCE PUGLIESI

M.C. DE MATTIA

ARPA Puglia- Direzione Scientifica- U.O.C. Ambienti Naturali- Servizio Ciclo delle Acque Reflue e Sotterranee ad uso potabile

ABSTRACT

In Puglia si coniugano l'esigenza di recuperare volumi di risorsa idrica ai fini dell'approvvigionamento per il "consumo umano" e la necessità di far fronte alla domanda d'acqua utile a garantire costanti processi produttivi soprattutto in agricoltura, attività a vocazione rilevante sul territorio. Gli interventi realizzati, quelli in itinere e le disposizioni vigenti nazionali e soprattutto quelle regionali in adempimento al PTA in Puglia, non possono che indurre alla scelta di produrre una "risorsa idrica alternativa". I dati ivi presentati sulle attività di gestione degli impianti di affinamento del S.G.S.I.I.¹⁸ in Puglia (AQP SpA) evidenziano i primi risultati degli indirizzi perseguiti dalla Regione. I processi innovativi integrati, che possono derivare dalla "governance" dell'intera filiera dallo scarico al riuso, in Puglia offrono la contestuale opportunità di raggiungere due obiettivi importanti per questa regione: risparmio idrico e scarico zero a tutela della balneazione della costa pugliese. La "Best Practice" della strategia gestionale del "sistema integrato" di affinamento in Fasano (Br) costituisce una significativa testimonianza di valide scelte di "management" conseguite.

Parole chiave: Acqua, Acque di scarico, Affinamento, Depuratori, Scarichi, Reflui, Depurazione, Distribuzione, Reti idriche, Reti fognanti, Risorsa Idrica, Riuso, Riutilizzo, Riciclo, SII.

1. DEFINIZIONI ED INTRODUZIONE

Il Decreto Legislativo del 11 maggio 1999, n.152 (vecchio Testo Unico di norme sulla tutela delle Acque) promuoveva l'individuazione di "misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche" in linea con la Legge n.36/1994 sulle risorse idriche (detta Legge Galli). Il cosiddetto Testo Unico sull'Ambiente, il D.Lgs. 152/2006, in merito al *riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche*, riprende i contenuti del vecchio Testo Unico sulle Acque e ne dispone anch'esso l'attuazione (art. 99, comma 2, TITOLO III, CAPO II). La materia del riutilizzo delle acque reflue depurate è stata disciplinata in Italia con il Decreto Ministeriale (D.M.) n.185 del 12 giugno 2003, oggi ancora vigente, che costituiva il primo "Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152. Ai sensi dell'art. 3 del D.M. Ambiente 185/2003, è ammissibile riutilizzare acque reflue depurate che rispondano a determinati requisiti di qualità a seconda della loro "destinazione d'uso" che può essere di tipo: *irriguo, civile, industriale*. Assumono grande rilievo in tale contesto le definizioni fornite dal DM n.185/2003 citato, ovvero quello che si intende per: *a) recupero, b) impianto di recupero, c) rete di distribuzione, d) riutilizzo*. Al fine del raggiungimento

18 SGI è l'acronimo con il quale si indica tra addetti ai lavori il "Soggetto Gestore del Servizio Idrico Integrato" (S.I.I.).

dei requisiti di qualità ai quali attenersi, rispettando norme igienico-sanitarie ed esigenze dei processi produttivi, le acque reflue urbane depurate devono, dunque, subire un trattamento di "affinamento" all'interno del sistema impiantistico di recupero.

Il settore *irriguo* e quello *industriale* rappresentano ambiti di reimpiego delle acque reflue affinate, con una tempistica procedimentale più spedita rispetto agli usi di tali acque nel campo civile; basta porre mente alla questione dell'utilizzo di tali acque, negli impianti di scarico dei servizi igienici, che presuppone la progettazione e costruzione di reti duali di adduzione e distribuzione, separate da quelle delle acque potabili, per le quali, come è noto, vige una rigorosa disciplina per essere "destinate al consumo umano"¹⁹. Rimane, oltretutto, inammissibile l'utilizzazione diretta in generale delle acque reflue negli edifici a uso civile come negli altri impieghi. Le attività produttive, invece, richiedono determinati standard più o meno vincolanti a seconda del reimpiego cui sono destinate le acque reflue recuperate.

La fattibilità di un *riutilizzo irriguo* di acque reflue recuperate, in particolare, deve essere pianificata nel rispetto della vigente disciplina, sempre nel limite di assicurare il "risparmio idrico" e, comunque, del non superamento del "fabbisogno" delle colture e delle aree verdi afferenti le zone servite dagli impianti di depurazione urbani, che si intende destinare al recupero delle acque. Le esigenze gestionali, di manutenzione e di monitoraggio di un sistema di distribuzione di acque reflue recuperate sono di solito le stesse di un sistema di distribuzione idrica. È necessario ricordare che il riutilizzo per uso irriguo è, inoltre, subordinato al rispetto del "Codice di Buone Pratiche Agricole, di cui al *Decreto del Ministro per le Politiche Agricole e Forestali n. 86 del 19 aprile 1999* e ss.mm.ii..

La situazione attuale nel territorio della Regione Puglia rivela senz'altro l'evoluzione subita nel tempo dal settore delle acque e, nello specifico, quello del sistema di depurazione delle acque reflue. È facile accorgersi, ancora oggi, che la nostra regione ha attraversato un difficile periodo di transizione, in cui il governo regionale si è impegnato nel tentativo di ultimare tutti gli adeguamenti nei tempi previsti dalla normativa vigente ed in base alle scadenze, dovute allo stato di emergenza ambientale del settore idrico (*De Mattia*, 2011). Infatti, già con riferimento al D.Lgs. 152/1999, il divieto di recapito dei reflui nelle acque sotterranee e nel sottosuolo (art.30, D.lgs. 152/99) ha evidenziato la necessità di individuare aree idonee al recapito sul suolo (campi di spandimento), laddove non fosse possibile il collettamento nei corpi idrici recettori superficiali (laghi, torrenti, fiumi, canali e mare); adempimenti già anticipati a livello locale dai Regolamenti Regionali del 1988 e 1989 e riadattati con il recente R.R. n.26/2011 in ottemperanza al D.Lgs. 152/2006.

Il Ministero dell'Ambiente, a valere sui fondi riguardanti la pianificazione ed il monitoraggio, nonché le rifluenze del sistema tariffario del Servizio Idrico Integrato, ha destinato alla Puglia diversi finanziamenti, che hanno indotto ad un'intensa attività di pianificazione e di programmazione, come in: *Piano di interventi urgenti a stralcio, Piano Direttore e Piano d'Ambito* (*De Mattia*, 2011). Non sono mancati, pertanto, gli investimenti destinati a monitorare le acque, a promuoverne il risparmio ed a riutilizzare le acque reflue depurate. Molti finanziamenti sfruttati provengono dal vecchio POR (Programma Operativo Regionale) 2000-2006, oggi dal PO-FESR 2007-2013. Altra quota parte si deve a stanziamenti della L.388/2000, della L.488/2001 del Ministero dell'Ambiente o a vecchie Ordinanze per l'emergenza idrica in Puglia, nonché all'OPCM n.3184 del 22 marzo 2000 o quella del 2003, che ha siglato l'accordo di programma tra Governo e Regione Puglia per la tutela delle acque e la gestione delle risorse idriche. Le modalità di adeguamento del sistema di depurazione richiedono, tra l'altro, tempi lunghi e spesso di non facile soluzione, soprattutto in una regione come la Puglia, che, certamente, non vanta una particolare rete idrografica e spesso i deflussi superficiali di acque piovane o gli scarichi vari rappresentano l'unica alimentazione per il "naturale" decorso di acque negli alvei torrentizi. È questo, soprattutto, il caso di alcune aree della regione, in passato sede di grandi fiumi, definite da incisioni profonde della superficie (lame o gravine) che oggi rappresentano un "ambito" recapito finale degli impianti di depurazione per comuni situati nell'entroterra nel perseguire l'intento di "rianimare" gli antichi corsi d'acqua (*De Mattia*, 2011). Il sistema di depurazione comunale attraverso un particolare periodo transitorio di adeguamento del parco depurativo, prorogato di anno in anno fino al termine del periodo di commissariamento per l'emergenza ambientale acque (a fine dicembre 2010), ha indotto a particolari

19 Le acque "destinate al consumo umano" devono rispondere ai requisiti stabiliti nel D.Lgs. n° 31/2001 e ss.mm.e ii..

cambiamenti per quanto concerne il sistema dei processi di depurazione, con l'introduzione in alcuni impianti di nuove tecnologie di trattamento (come quelle che utilizzano l'Ozono, le MBR, ecc.) ed i nuovi indicatori di settore ne rilevano l'alta efficacia.

2. CONTROLLI PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE PRIMA DEL REIMPIEGO

Per assicurare un adeguato trattamento delle acque reflue urbane, le disposizioni sopra richiamate precisano anche le modalità ed i contenuti delle attività di vigilanza, monitoraggio e controllo.

I limiti di cui alle tabelle in Allegato.5 al D.Lgs. 152/99, (riproposto nella Parte III dell'Allegato.5 al D.Lgs. 152/2006), rappresentano, infatti, i valori massimi che devono rispettare le concentrazioni delle sostanze chimiche ed organiche contenute in uno scarico "finale", ovvero a fine processo di depurazione e prima che l'impianto immetta l'effluente nell'ambiente (corpo idrico superficiale o suolo).

Rientra nelle attribuzioni dell'ARPA il controllo periodico - secondo la capacità o potenzialità in Abitanti Equivalenti (di seguito A.E.) - degli impianti depurativi urbani dislocati sul territorio regionale, da 12 a 24 controlli annui previsti dalla legge vigente su ogni depuratore. Oltre ai controlli istituzionali, l'ordinamento prevede i controlli interni, cosiddetti "autocontrolli", che devono essere svolti dal "Soggetto Gestore" degli impianti l'Acquedotto Pugliese (Società AGP SpA), nonché conduttore in Puglia del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) nell'unico Ambito Territoriale Ottimale²⁰ (A.T.O.) definito pari all'intero territorio regionale.

Similmente un impianto di recupero delle acque reflue è soggetto al controllo interno ed al controllo da parte dell'autorità competente, ai sensi dell'Art. 7 del D.M. 185/2003 (*Controllo e monitoraggio degli impianti di recupero*), con verifica del rispetto delle prescrizioni contenute nell'autorizzazione. La verifica dei livelli di conformità dei parametri caratteristici delle acque reflue depurate in uscita dai depuratori urbani, nei casi in cui dovessero presentare anomali valori dal punto di vista microbiologico o chimico, sarebbero sottoposte alle prescrizioni per l'immediato adeguamento.

Se un depuratore si awale, nel ciclo di depurazione, anche di un impianto di affinamento, a maggior ragione assume rilevanza il controllo dei parametri allo scarico in uscita, nonché quello dei valori caratteristici all'ingresso dell'impianto di recupero.

Il D.M. 185/2003, quindi, prevede il rispetto di precisi requisiti minimi di qualità delle acque reflue recuperate per i parametri peculiari in uscita dagli impianti di recupero o di affinamento, prima del loro reimpiogo. In particolar modo, per il "riutilizzo in agricoltura" sono dettati Limiti di rispetto e Valori guida con limiti di riferimento per alcuni parametri derogabili da parte delle Regioni, ovvero per: pH, Conducibilità elettrica, Manganese, Solfati (come SO_4), Cloruri, Azoto ammoniacale (NH_4). Nello specifico, deroghe sono ipotizzabili per i "Cloruri" per i quali il DM185/2003, impone un limite di 250 mg/l. Infatti, secondo quanto previsto dal decreto suddetto, *"le regioni possono autorizzare limiti diversi da quelli di cui alla tabella, previo parere conforme del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, ... comunque, non superiori ai limiti per lo scarico in acque superficiali di cui alla tabella 3 dell'allegato.5 del D.Lgs. 152/06"*.

In Regione Puglia l'affinamento delle acque reflue depurate è controllato nei limiti tabellari prescritti, assicurando la qualità delle acque ai fini del riutilizzo irriguo e civile; i valori di riferimento previsti, in particolare, per il riutilizzo irriguo sono stati recepiti tal quali come da decreto nazionale, ma per caratteristiche tipiche del territorio si è verificato già in ingresso all'affinamento un tenore di salinità elevato (Conducibilità elettrica e Cloruri) soprattutto in zone a sud ed in particolare nel Salento, dove la densità di pozzi realizzati risulta maggiore che in altre aree di territorio. Per il parametro "Cloruri" la concentrazione massima (detta anche C.M.A.- Concentrazione Massima Ammissibile), comunque, non superabile è pari a 1.200 mg/l. La presenza di tale sostanza, in concentrazioni superiori ai 250 mg/l nelle acque reflue è limitata ad alcune porzioni del territorio regionale, ove l'acqua distribuita per gli usi civili potabili

20 Per approfondimenti e definizioni in dettaglio di un Ambito Territoriale Ottimale e del Servizio Idrico Integrato si rimanda alle leggi nazionali e regionali di riferimento, ovvero la L.n°36/1994 (cd. Legge Galli "Disposizioni in materia di risorse idriche"), abrogata con l'entrata in vigore del D.Lg.152/2006 (ad esclusione dell'art.22, comma 6) e la Legge Regionale 6 settembre 1999, n. 28 e ss.mm.ii..

viene appropigionata dalla falda e, pertanto, talvolta possiede già un tenore di ione cloro talora superiore al limite suddetto a causa dell'instaurarsi di significativi processi di intrusione d'acqua marina (*De Mattia e Mossa, 2007*).

3. IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE AFFINATE IN PUGLIA

Ruolo fondamentale nella realizzazione del recupero di volumi da riutilizzare e da destinare al riuso irriguo o industriale, ricopre la pianificazione di scenari futuri che possono concretizzarsi attraverso una corretta programmazione e progettazione degli interventi, l'esercizio e la gestione sia degli impianti di depurazione urbani che di quelli di affinamento connessi. La Regione Puglia ha attuato i primi adempimenti con l'attività del Commissario Delegato per l'Emergenza Ambientale Acque in Puglia (2000-2010), con la realizzazione di uno "Studio per il riutilizzo delle acque reflue affinate nella regione Puglia" (2002) detto anche "Piano straordinario per il riuso delle acque reflue" condotta da ricercatori del Politecnico di Bari e dalla struttura commissariale, che hanno verificato, in base al parco depuratori urbani, la possibilità di recupero di alcuni volumi di acqua reflua depurata entro tempi relativamente brevi per un ammontare del 52% del refluo prodotto; successivamente, si sono raggiunte le prime disposizioni al fine di adeguare o realizzare i relativi impianti di affinamento già esistenti o progettati a seguito delle programmazioni e pianificazioni in corso d'opera. Nelle more d'approvazione del PTA della Puglia, infatti, la Regione già disponeva, con la *Deliberazione della Giunta Regionale n. 662 del 23 maggio 2006*²¹, i primi provvedimenti in materia di riutilizzo delle acque reflue depurate. Con tale deliberazione, dunque, venivano definite con precisione le possibilità di reimpiego sia attraverso processi già esistenti per il riuso industriale ed irriguo sia per altri depuratori urbani da integrare con affinamento attraverso interventi specifici, di cui può prendersi visione, in particolare, nei due elenchi-tabelle in allegato alla deliberazione dalla seguente denominazione: *1-Impianti di affinamento già realizzati, 2-Impianti di affinamento in corso di realizzazione e/o di adeguamento*. I concetti affrontati nelle prime disposizioni regionali sul riutilizzo trovano conferma nella *Legge della Regione Puglia n. 27 del 21 ottobre 2008*²², all'art. 1, lettera b), che modificava quanto previsto dagli adempimenti regionali seguiti alla Legge Galli.

Principali norme regionali integrative in tema di riutilizzo delle acque reflue depurate sono quelle contenute nel *PTA della regione Puglia*, ed in particolare, oltre a misure di intervento figura l'importante "Disciplina degli impianti di riutilizzo delle acque reflue depurate", che racchiude le prime disposizioni relative al controllo ed alla gestione degli impianti di recupero. La Regione ha ripreso nel PTA Puglia, la trattazione delle disposizioni già presenti nella D.G.R. n. 662 del 23 maggio 2006 citata, aggiungendo la specifica *linea guida* (in allegato alla DGR n° 1441/2009), al fine di individuare un elenco di impianti depurativi, i cui scarichi finali fossero idonei per essere destinati al recupero ed al successivo riutilizzo dei reflui depurati prodotti, ai sensi del Decreto Min. Ambiente 185/2003. L'evoluzione conseguente ha indotto all'emanazione del recente *R.R. n. 8 del 18 aprile 2012, "Norme e misure per il riutilizzo delle acque reflue depurate Dl.gs. n.152/2006, art. 99, comma 2. Legge Regione Puglia n. 27 del 21/2008, art. 1, comma 1, lettera b)"*.

Al riguardo, la previsione di riuso dei reflui, indicata sulla base degli impianti di depurazione esistenti in ogni provincia attraverso i processi di affinamento previsti (in alcuni casi ancora in costruzione), risulta piuttosto bassa, sia in numero che in percentuale rispetto al totale degli impianti; tuttavia il riuso sta assumendo un valore certamente significativo per sviluppare una corretta politica del riutilizzo delle acque come può individuarsi facilmente dalle elaborazioni in Tabella 1 riportate di seguito, che evidenziano i volumi attualmente recuperati con procedure già messe in atto attraverso appositi Protocolli d'intesa tra le parti interessate.

21 D.G.R. n. 662 del 23 maggio 2006 "Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue approvato con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n. 185/03. Adempimenti" Pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia (BURP) n. 67 del 1 giugno 2006.

22 Legge della Regione Puglia n. 27 del 21 ottobre 2008 "Modifiche e integrazioni alla legge regionale 6 settembre 1999, n. 28 (Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali e disciplina delle forme e dei modi di cooperazione tra gli enti locali, in attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36)".

Tabella 1 - Percentuale di volumi dei reflui urbani recuperati per il riutilizzo in agricoltura (riuso irriguo 2010-2011)

| IMPIANTI Affinamento (da scarichi dep. urbani) | Riferimenti Protocolli di intesa (PI) | Comrensorio irriguo | GESTORE Rete distribuzione | PORTATA progetto media/di in mc/h | VOLUME Annuo recuperabile (ex PTA) in mc/anno | VOLUME affinato media 2010-2011 mc/anno |
|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|---|
| OSTUNI (BR) | PI del 15.05.2008 | Ostuni | Comune | 360 | 450.000 | 5.000 (distribuito) |
| SAN PANCRAZIO Salentino (BR) | PI del 27.07.2010 | del Salento | CdB speciale di Arneo | 76 | 600.000 | 0 |
| CORSANO (LE) | PI del 18.06.2010 | Corsano | Comune | 104 | 450.000 | 111.360 |
| GALLIOLI (LE) | PI del 04.02.2010 | Brille Trappeto Raho | CdB Ugento Li Foggia | 500 | 2.800.000 | 345.600 |
| TRINITAPOLI (BAT) | PI del 29.07.2011 | Sinistra Ofanto basso | CdB Capitanata | 300 | 630.000 | |
| TOTALE | | | | | 4.930.000 | 461.960 |

Fonte: PTA Puglia e AQP SpA- dati 2010-11, aggiornamento Autorità Idrica Pugliese, 2012

In alcuni casi, purtroppo, le portate trattate dall'affinamento sono sensibilmente superiori a quelle effettivamente distribuite (come nel caso di Ostuni), in altri le infrastrutture di connessione tra l'impianto di affinamento e la rete di distribuzione devono ancora essere realizzate o ultimate dal gestore della rete di distribuzione. Spesso, il gestore è il Consorzio di Bonifica (CdB) interessato nell'area del sistema di depurazione, che dovrebbe fruire degli stessi reflui affinati per alimentare la propria rete idrica rurale. Comunque, le cifre dei volumi recuperabili previsti dal PTA Puglia e quelli realmente fruiti sono confortanti.

4. IL CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI DI SCARICHI A MARE E LA BALNEAZIONE

L'ARPA Puglia realizza per propria competenza importanti controlli finalizzati alla riduzione dell'inquinamento e alla salvaguardia dell'ambiente marino-costiero. Con riferimento al contenimento degli scarichi a mare l'analisi dell'esito dei controlli eseguiti attraverso i prelievi di acque di mare ed, in particolare, per la balneazione da parte dell'Agenzia riveste particolare importanza nella regione, che nella stagione estiva è meta ambita di molti turisti. I Comuni esistenti nelle fasce costiere del territorio regionale, infatti, nei periodi più caldi, in molti casi, raddoppiano la popolazione e di conseguenza gli Abitanti Equivalenti che afferiscono agli impianti di depurazione.

Nell'ambito di una sintesi dei risultati ottenuti da Arpa dai monitoraggi per le acque di balneazione della costa pugliese e per le reflue effluenti dai depuratori urbani della Puglia con recapito finale a mare, sono state analizzate alcune potenziali correlazioni interessanti, ma non allarmanti, che sono state anche oggetto di una tesi di laurea sperimentale svolta in stage presso l'Agenzia. Nello studio è stato posto a confronto l'esito di parametri caratteristici quali-quantitativi dei reflui depurati scaricati a mare nelle stagioni balneari e la qualità delle acque di balneazione, valutando i dati mediati nel biennio 2010-2011. I grafici di distribuzione realizzati ed esaminati per i reflui in uscita dai depuratori hanno riguardato alcuni parametri monitorati "di routine" in uscita (media di BOD₅, concentrazioni medie stimate di Azoto e Fosforo, portata media dell'impianto) ed altri relativi anche alla qualità delle acque di balneazione (valore

medio in UFC/100 ml di Escherichia Coli ed Enterococchi Intestinali). Per i parametri microbiologici sono state valutate le distribuzioni per due tipi di scarico con immissione in mare attraverso condotta sottomarina e diretta in battigia (Tabella 2). La relazione tra carico organico immesso in mare (come BOD₅) e valori di carica microbiologica appare abbastanza diretta: più significativa nel caso di scarico in battigia, meno nel caso di scarico con condotta sottomarina (distribuzione del valore di R² per la relativa regressione lineare).

Tabella 2 - Parametri caratteristici della depurazione e balneazione esiti a confronto: valori medi di distribuzione di Escherichia Coli ed Enterococchi - dati 2010-2011

| Tipo di scarico Depuratori | Acque di balneazione vicine | | Acque di balneazione lontane | |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | Escherichia Coli (media Puglia) | Enterococchi (media Puglia) | Escherichia Coli (media Puglia) | Enterococchi (media Puglia) |
| Scarico in Condotta | 4 | 5 | 7 | 10 |
| Scarico in Battigia | 22 | 20 | 2 | 12 |

Fonte: ARPA Puglia-dati esiti analitici e Università degli studi di Bari "A. Moro"-Tesi di laurea sperimentale di Turchiano D.-Relatore Prof. Vimercati L., 2012

L'area di influenza degli scarichi in mare con condotta sottomarina risulta avere un maggior raggio causando la distribuzione della carica microbiologica a distanze che possono anche superare i limiti di rispetto imposti dalle norme vigenti per i divieti di balneazione (500 mt a nord e a sud del punto di immissione dello scarico).

I parametri osservati, nonché i risultati ottenuti hanno indotto a definire alcuni aspetti, seppur con i limiti dei dati disponibili e con un approccio semplificato, rilevando che:

- l'impatto dei reflui depurati in mare al di fuori della zona di rispetto per l'immissione ed in relazione alla carica microbiologica risulta generalmente piuttosto limitato e solo in pochi casi le acque di balneazione limitrofe ne hanno risentito con valori superiori ai limiti di legge;
- i reflui depurati, però, apportano in mare un "surplus" in termini di carico organico, che all'esame dei dati è risultato facilmente assorbibile dal sistema nel caso di utilizzo di condotte sottomarine rispetto ai casi di scarichi diretti in battigia (Turchiano e alii, 2012).

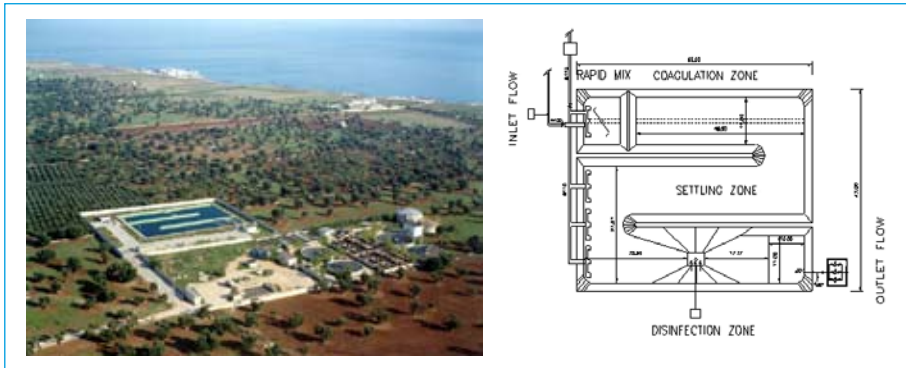
La realizzazione di condotte sottomarine, però, ha lo svantaggio di favorire la distribuzione della carica microbica, seppur in misura ridotta, su aree più vaste a causa dell'insorgere delle correnti marine, che possono trasportare i reflui anche in zone distanti rispetto al punto di immissione con l'instaurarsi di un effetto tipo da "pennacchio a palma", che interessa però maggiormente gli Enterococchi intestinali, più resistenti in ambiente marino rispetto agli Escherichia Coli.

5. LA "BEST PRACTICE" DELL'IMPIANTO DI FASANO (BR) NEL RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE URBANE: VOLUMI AFFINATI E COSTI PER IL RIUSO IRRIGUO

Esempio significativo in Puglia, ormai da alcuni anni, è l'attività della Società AquaSoil srl, gestore di un impianto di affinamento al confine tra le province di Bari e Brindisi in località Forcatella di Fasano (BR). Tale impianto di depurazione è in grado di trattare circa 8.000 mc di refluo al giorno e la linea di trattamento ha luogo in un bacino combinato, nel quale avvengono trattamenti terziari di tipo chimico-fisico-biologico e di disinfezione. Il reattore, di tipo "plug-flow", consta di tre differenti sezioni di trattamento: chiariflocculazione, sedimentazione, disinfezione.

In particolare, il processo integrato di trattamento e accumulo attualmente in esercizio all'impianto di affinamento di Fasano prevede:

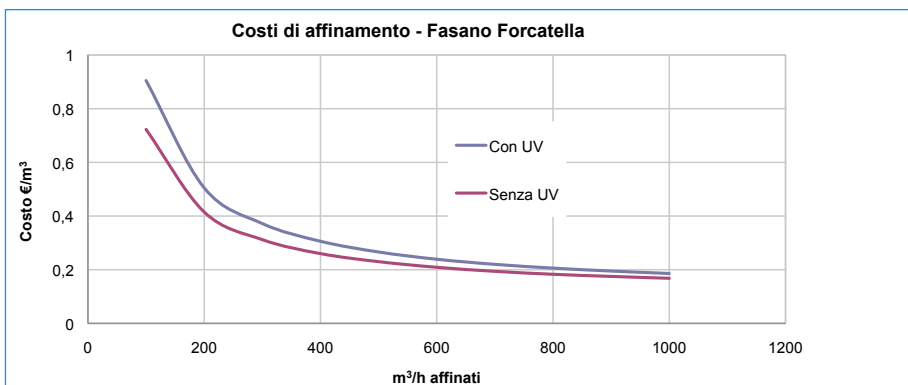
Figura 1 - Impianto di affinamento Fasano Forcatella (Br) a ciclo combinato



Fonte: www.aquasoil.it sito web di AquaSoil srl- Società gestore dell'impianto di affinamento di Fasano (Br), 2012

1)-Chiariflocculazione, 2)-adsorbimento Carboni attivi in polvere (opzionale), 3)-scambio ionico zeoliti naturali in polvere (opzionale), 4) disinfezione (ipoclorito o peracetico) pre e post trattamento, 5) disinfezione UV in linea e/o in ricircolo (opzionale). Il refluo transita lungo il percorso nelle diverse sezioni di processo: nella parte iniziale prevalgono i processi di coagulazione e flocculazione, nella parte intermedia avviene la sedimentazione ed accumulo fanghi e nella parte finale il refluo è soggetto a disinfezione. La rilevante volumetria disponibile in vasca consente una triplice azione: equalizzatrice rispetto alla naturale variabilità quali/quantitativa giornaliera del refluo in ingresso, di efficace trattamento in relazione agli elevati tempi di residenza del refluo nel sistema (12 ore alla portata massima) e di accumulo nelle ore notturne di minore richiesta. Un moderno sistema di "telecontrollo" consente di gestire in automatico, mediante uno specifico software, il funzionamento di dosaggi e misure ed è in grado di immagazzinare i dati rilevati da diversi sensori ubicati lungo la vasca di affinamento. La Società AquaSoil garantisce le dovute complesse attività di gestione di un impianto di affinamento come per la delicata integrazione dei vari processi di disinfezione disponibili in vasca (Ipoclorito, Peracetico e trattamenti UV in linea e/o in ricircolo), i profili di misure e campionamenti, analisi chimiche e microbiologiche della risorsa in ingresso e in uscita dall'impianto ai sensi della normativa vigente (D.M. 185/2003). Il grafico riportato (Figura 2) è stato scelto perché particolarmente indicativo dei benefici derivanti in funzione dei volumi d'acqua trattati e avviati al riutilizzo irriguo per i contenuti costi senza limitare la qualità della risorsa idrica alternativa.

Figura 2 - Analisi Costi-benefici dell'acqua riutilizzata per uso irriguo: gli attuali Costi di affinamento dell'impianto Fasano Forcatella (Br)



Fonte: Società AQUASOIL gestore dell'impianto di affinamento di Fasano (Br), 2012

L'analisi dei costi interpretata è riferita ai seguenti obiettivi di qualità mantenuti dal gestore:

- COD acque affinate < 30 mgO₂/litro,
- E. Coli < 10 UFC.

L'analisi dei costi, riferita ai mc/ora affinati, considera le seguenti "voci di costo": costo prodotti, costo personale, costi energetici, costi controlli, costi manutenzione, utili di produzione (valorizzati al 10% circa dei costi). I costi sono attualizzati e riferiti correttamente ai mc/ora di acque affinate.

Le acque provenienti dall'impianto di affinamento vengono distribuite in un comparto di circa 1.000 ettari attraverso due stazioni di pompaggio (rete bassa e rete alta) ed una rete di distribuzione. Alla portata effluente dalla vasca di accumulo e trattamento si ha la possibilità di aggiungere, in linea e in varie dosi di miscelazione, nei momenti di picco della domanda irrigua, delle quote derivanti dall'acquifero locale attraverso una rete collegata a quattro pozzi trivellati nella falda profonda.

Una linea di consegna porta le acque verso un modulo sperimentale di circa 4 ettari che rappresenta il campo prova, in cui si studiano e mettono a punto i processi in funzione delle specifiche esigenze irrigue e delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica distribuita.

Il riutilizzo delle acque reflue urbane trattate prima nell'impianto di depurazione urbano e poi in quello di affinamento, gestito dalla Società AquaSoil per conto del Comune di Fasano, inducono un immediato beneficio in termini di risparmio idrico in zone del territorio in Provincia di Bari e Brindisi. E' evidente il significativo recupero di risorsa idrica che ne deriva, ovvero di portate d'acqua dell'acquedotto pugliese non impiegate per uso irriguo, ma immesse nella rete di approvvigionamento idrico-potabile per la popolazione da servire in tali aree. Il beneficio di uno scarico "zero" a mare in periodi importanti per il turismo, inoltre, è duplice considerando l'assenza di impatti potenzialmente nocivi per l'ambiente marino-costiero e per la balneazione.

6. CONCLUSIONI

Il comparto locale considerato in tale lavoro si caratterizza per la pressoché assenza di risorse idriche convenzionali utilizzabili in agricoltura per renderlo ben produttivo. Il confine "bagnato" tra territorio e mare insistente nella regione Puglia per buona parte della sua lunghezza, è rappresentato da una lunga costa unica nel panorama nazionale.

La possibilità di una soluzione del tipo a "scarico zero" per i tanti impianti di depurazione dei reflui urbani che scaricano in mare non può che apparire una scelta appropriata nell'ambito delle strategie regionali, che si coniuga con quella oltremodo virtuosa di riutilizzare i reflui urbani in agricoltura con enorme risparmio di risorsa idrica di buona qualità da destinarsi al consumo umano come anche quella di salvaguardare le compromesse falde d'acqua sotterranee già soggette a processi di intrusione salina che ne altera la qualità.

All'esame dei grafici realizzati, i valori dei parametri microbiologici misurati per le acque di balneazione sono risultati, in genere, mediamente più bassi in casi di scarico in mare attraverso condotta sottomarina (ad una certa distanza dalla costa) piuttosto che in battigia.

Da un confronto, dunque, tra esiti di monitoraggi degli scarichi idrici urbani e quelli effettuati per la balneazione i risultati inducono a porre attenzione alla qualità degli effluenti dai depuratori in mare; ma ogni scarico è un caso che va studiato a sé in base alle caratteristiche ambientali in cui avviene l'immissione in recapito finale, come ogni buona pratica vuole.

La "best practice" del sistema integrato installato a Fasano (BR), nel cuore della fascia costiera pugliese tra le Murge ed il Salento, dimostra come oggi è possibile con un'attenta gestione di impianti di trattamento non convenzionali produrre una risorsa idrica alternativa. Per la Puglia, in particolare, rappresenta la scelta strategica in atto nelle prospettive di importanti scenari futuri per un consumo idrico "sostenibile" e con il duplice fine di migliorare la produttività di due settori prioritari a livello locale: il turismo e l'agricoltura. Entrambe attività produttive locali da figurare ai primi posti.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. ARPA PUGLIA, 2004. *Relazione sullo Stato dell'Ambiente-Capitolo 2. Ciclo delle Acque*- Autore De Mattia M.C. (pagg.61-117), pubblicazione Martano editore.
- De Mattia M.C., Mossa M., 2007. *Il Sistema idrico pugliese e la qualità e la salvaguardia delle Acque Sotterranee al fine del loro utilizzo in momenti di crisi di approvvigionamento*, Atti dei Convegni Lincei della VII Giornata Mondiale dell'Acqua, 22 marzo 2007 - "La Crisi dei sistemi idrici: approvvigionamento agro-industriale e civile" - Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- Santoro O., Lorusso P., Pastore T., Santoro D., 2007. *Best Practices nel riutilizzo delle acque reflue urbane: tre anni di gestione del sistema integrato di affinamento di Fasano (Br)*. AquaSoil srl ad ECOMONDO 2007- Convegno (da <http://www.aquasoil.it/news.asp>), Rimini.
- Blonda M., De Mattia M.C., Perrino V., Abis P., 2008. *Il Protocollo operativo tra ARPA Puglia e AQIP SpA-Acquedotto Pugliese sul monitoraggio degli scarichi dei depuratori urbani* ECOMONDO 2008 - Conferenza in Sessione Il "Oro Blu": Imprese, utilities e ricerca scientifica unite per competere nel settore dell'acqua, Rimini.
- Santoro O., 2009. *Valutazione dell'incidenza dei costi per il perseguimento degli obiettivi di qualità nel riutilizzo di acque reflue urbane in agricoltura*. AquaSoil srl ad ECOMONDO 2009- Convegno in Sessione Oro Blu, Rimini.
- Santoro O., 2011. *Il riuso acque reflue in Italia, tra progetto e realtà - Caso di Studio (in Fasano-Br)*, AquaSoil srl ad ECOMONDO 2011- Convegno in Sessione Oro Blu, Rimini.
- De Mattia, 2011. *Riutilizzo delle acque reflue depurate tra norme tecniche, stato attuale e scenari futuri nelle province pugliesi*, pagg.21-41 della pubblicazione di AA.VV., "RI.F.A.RE." Riutilizzo dei Fanghi e delle Acque in agricoltura- [L'impianto e coordinamento del volume a cura di M.C. De Mattia (ARPA Puglia), A. Fusaro (Legambiente), M. Piscitelli (Provincia di Bari)]. (in ambito Progetto FSE-POR Puglia 2007-2013), Bari.
- Turchiano D., 2012. *Relazioni tra lo scarico di reflui depurati e la qualità delle acque di balneazione pugliesi* - Tesi di laurea sperimentale in Scienze della Prevenzione e dei Servizi Sanitari dell'Università degli studi di Bari "A. Moro". Relatore Prof. Vimercati L., Correlatore dr. Ungaro N., svolta in Direzione Scientifica-ARPA Puglia, Bari.
- Testi della Normativa pubblicata in materia di "Acque" nazionale e regionale: D.M. 185/2003, D.G.R. Puglia n. 662 del 23 maggio 2006, Piano di Tutela delle Acque regione Puglia, ecc.*

SITOGRAFIA

- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio - <http://www.minambiente.it>.
- Regione Puglia - Portale ambientale - <http://ecologia.regione.puglia.it/>.
- <http://www.isprambiente.gov.it/it>, area pubblicazioni.
- <http://www.aip.gov.it>, <http://monitoraggio.aatopuglia.it/>. http://www.arpa.puglia.it/web/guest/acqua_attivita, <http://www.arpa.puglia.it/web/guest/balneazione>.
- <http://www.aquasoil.it>, http://www.aquasoil.it/impianto_riutilizzo_acque_reflue.asp.

IL PROGETTO GELSO DI ISPRA: LE BUONE PRATICHE PER LA SOSTENIBILITA' LOCALE SULLE RISORSE IDRICHE

P. FRANCHINI¹, I. LEONI¹, S. VENTURELLI², S. VITI¹

¹ISPRA, Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

²ISPRA, Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine

ABSTRACT

Nel documento si vuole evidenziare come sia affrontata la tematica "Acqua" nel lavoro di rilevazione del Progetto **Gelso** (**GE**stione **L**ocale per la **SO**stenibilità) e come sia integrata nei settori di intervento delle politiche sostenibili secondo i quali è articolato il relativo database. La ricerca dei progetti nella banca dati è stata effettuata attraverso l'uso delle parole chiave, direttamente riconducibili alla tematica acqua. Alcuni progetti, riguardanti le risorse idriche in ambito urbano, sono stati selezionati per il loro particolare interesse e sono presentati in scheda nel documento.

Parole chiave: le parole chiave utilizzate e che hanno permesso una ricerca più mirata restringendo i risultati ottenuti sono state "Falde acquifere, Fitodepurazione, Risorse idriche, Risparmio idrico, Trattamento scarichi, Qualità acque, Zona umida."

1. PRESENTAZIONE PROGETTO GELSO

ISPRA ha attivato il progetto GELSO (GEstione Locale per la SOstenibilità) con l'obiettivo di mettere a disposizione delle Pubbliche Amministrazioni, delle Associazioni Ambientaliste, dei Tecnici, dei Consulenti Ambientali, dei Cittadini, ecc. una banca dati sulle buone pratiche per la sostenibilità locale come strumento di conoscenza e di diffusione delle informazioni utile al lavoro di tutti coloro che siano interessati a quanto di innovativo si stia facendo nel campo dello Sviluppo Sostenibile a livello locale.

Il relativo sito con associata banca dati sulle buone pratiche di sostenibilità locale, permettono la diffusione di un'aggiornata informazione sui principali settori d'intervento delle politiche sostenibili. Il sito web è configurato in modo tale da permettere la fruizione non solo da parte degli operatori tecnici, ma anche da chiunque possa essere interessato alle tematiche di sostenibilità, dagli operatori scolastici ai semplici cittadini.

Poiché le Amministrazioni locali hanno il compito di affrontare e risolvere i problemi contingenti ambientali, economici, sociali con risposte immediate e concrete, è indispensabile una informazione e diffusione capillare, affinché le esperienze di ognuno siano di valido supporto al lavoro di tutti. Per questo l'obiettivo primario di GELSO è creare una "rete" attiva di scambio di informazioni tra le Amministrazioni Locali.

Inoltre l'accesso a queste informazioni offre la possibilità di avviare nuove partnership tra città che condividono politiche e obiettivi o di favorire alleanze tra attori locali intorno a specifici progetti.

I progetti inseriti nella banca dati (circa 1000) riguardano i principali settori di intervento delle politiche sostenibili: *Strategie Partecipate e Integrate, Agricoltura, Edilizia e Urbanistica, Energia, Industria, Mobilità, Rifiuti, Territorio e Paesaggio, Turismo.*

GELSO è inserito nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINAnet <http://www.sinanet.isprambiente.it/it>), una rete con il compito di raccogliere, elaborare e diffondere dati ed informazioni derivanti dal monitoraggio ambientale e dai sistemi informativi nazionali e locali attraverso la rete delle "istituzioni di riferimento". Ed è consultabile al link <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/gelso> o al sito WEB dell'ISPRA <http://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/sviluppo-sostenibile>



Nell'ambito del progetto è stato anche avviato il monitoraggio delle buone pratiche censite, per rispondere all'esigenza delle Amministrazioni di ottenere informazioni sull'attuazione delle politiche di sostenibilità e soprattutto sui risultati raggiunti e le criticità riscontrate. Per questa attività GELSO è stato inserito tra i Sistemi di monitoraggio locale nel Rapporto italiano sull'attuazione della "Strategia europea per lo sviluppo sostenibile".

2. LA TEMATICA "ACQUA" NEL DATABASE ONLINE: PROGETTI IN MATERIA DI RISORSE IDRICHE IN AMBITO URBANO

Un'analisi qualitativa delle buone pratiche presenti in Gelso, attraverso l'uso di parole chiave correlate alla tematica acqua, mostra come i progetti relativi a tale tematica afferiscono a più settori di intervento a testimonianza del fatto che l'"acqua" è un elemento comune e trasversale alle politiche sostenibili.

I progetti inseriti nel database contribuiscono infatti alla diffusione di azioni molto diverse tra loro per una gestione consapevole della risorsa idrica. In particolare sono misure per la riqualificazione ambientale di fiumi, proposte di modelli sostenibili in agricoltura per le strategie di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici, soluzioni tecniche moderne per il settore agricolo e industriale dirette a ridurre l'inquinamento idrico, trattamenti delle acque di prima pioggia al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee, gestione sostenibile delle acque delle industrie tessili attraverso processi innovativi di riuso dei reflui e molte altri tra cui i progetti formativi e informativi per un uso sostenibile della risorsa idrica.

Tra i progetti presenti in GELSO, in base alle specifiche caratteristiche tecniche e alla loro applicazione in ambito urbano, si forniscono delle schede di sintesi dei seguenti:

- **Progetto Giardino d'acqua e Recupero Reticolo Idrico bosco in città;**
- **Progetto LIFE IMOS** Sistema Integrato Multiobiettivi per la gestione ottimale del drenaggio urbano;
- **Progetto LIFE ESTRUS** Enhanced and Sustainable Treatment for Urban Stormwater (Soluzioni efficaci per il Trattamento delle Acque di Prima Pioggia);
- **Progetto PREPARED** Prepared enabling change (Adattamento ai cambiamenti climatici nella gestione dei sistemi idrici);
- **Progetto LIFE AQUOR** Implementation of a water saving and artificial recharging participated strategy for the quantitative groundwater layer rebalance of the upper Vicenza's plain (Implementazione di una strategia partecipata per il risparmio idrico e la ricarica artificiale per il riequilibrio quantitativo delle acque sotterranee dell'Alta Pianura Vicentina);
- **Progetto LIFE WW-SIP** From Urban Wastewater Treatment Plant to Self Sustainable Integrated Platform for Wastewater Refinement (Dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane ad una piattaforma integrata e autosostenibile per il trattamento delle acque reflue);
- **Progetto TRUST** Transitions to the Urban Water Services of Tomorrow (Transizione verso i servizi idrici urbani del domani).

BIBLIOGRAFIA

Siti web dei progetti

<http://www.cfu.it/>

<http://www.prepared-fp7.eu/>

www.lifeaquor.org

www.lifewwsip.it

<http://www.trust-i.net/>

Banca dati GELSO

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/gelso>

Banca dati Cordis – FP7

http://cordis.europa.eu/projects/home_it.html

Scheda 1: elaborata su informazioni contenute nella Banca GELSO

| | |
|-----------------------------|---|
| Progetto | Giardino d'acqua e recupero reticolo idrico bosco in città |
| | Premiato con Menzione Speciale nell'ambito della II edizione del Premio del Paesaggio del Consiglio d'Europa (2010-2011) in attuazione dell'Art.11 della Convenzione Europea del Paesaggio |
| Stato di attuazione | Attuato |
| Budget totale | 280.000 € |
| Finanziamento | ITALIA NOSTRA ONLUS Centro per la forestazione urbana e cofinanziamento di Fondazione CARIPLLO e Infrastrutture Acque Nord Milano (depuratore di Pero) |
| Localizzazione | Comune di Milano |
| Sito internet Info&contatti | http://www.cfu.it/ info@cfu.it |
| Promotore | Italia Nostra Onlus Centro per la forestazione urbana |
| Descrizione del progetto | Parco milanese nato nel 1974 grazie al Centro per la Forestazione Urbana, per promuovere lo sviluppo del verde urbano e perurbano. Il parco è il primo esempio di forestazione urbana del Paese, con 110 ettari di boschi, radure, sentieri, corsi d'acqua, orti urbani, un'antica cascina che ne costituisce il centro operativo. La realizzazione del giardino d'acqua si inserisce nel più ampio progetto di recupero e completamento del sistema irriguo del parco. Esistono tre distinti sistemi di acque superficiali che alimentano l'irrigazione delle aree verdi, l'area naturalistica, i bacini di approvvigionamento idrico degli orti e il giardino d'acqua. Con questo progetto si completa il sistema di distribuzione dell'acqua realizzando nuovi canali e manufatti di regimazione delle acque e si ampliano le aree irrigate. Realizzazione di un pozzo dal quale, grazie ad una pompa sommersa, viene prelevata acqua di falda al fine di integrare il sistema idrico superficiale e di garantire il livello minimo d'acqua necessario nelle zone umide naturalistiche, nel giardino d'acqua e nei bacini degli orti urbani soprattutto nei periodi di maggiore necessità idrica (inizio primavera). |

Scheda 2: elaborata su informazioni contenute nella Banca GELSO

| | |
|--------------------------|---|
| Progetto | IMOS |
| | Progetto selezionato tra i Best of the Best LIFE Environment projects. Le tecnologie e i sistemi nonché le modellistiche, sono connotate da un buon potenziale di riproducibilità sia per l'implementazione in siti con caratteristiche affini sia per la flessibilità dei sistemi realizzati. |
| Stato di attuazione | Attuato |
| Budget totale | Euro 1.074.831 |
| Finanziamento | Finanziamento LIFE AMBIENTE: 469.374,00 € |
| Localizzazione | Area urbana - Genova |
| Info&contatti | Settore Smart City - Comune di Genova |
| Promotore | Comune di Genova |
| Partner | AMGA S.p.a.; DIAM (Dip. Ing. Ambientale e Idraulica) Università Genova |
| Descrizione del progetto | Il progetto, attraverso un sistema multi - sensori in tempo reale (pluviometri, flussometri, dispositivi di controllo della torbidità, radar meteorologici a basso costo), elaborazione di modelli (previsioni sulle precipitazioni e modelli di rete), lavori di miglioramento (paratoie oleodinamiche, stazioni di pompaggio, ripristino dei volumi di portata, nuovo sistema SCADA), mira a raggiungere la gestione integrata multiobiettivi del sistema di drenaggio fognario nell'ambiente urbano. |
| Risultati | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rete di monitoraggio dei parametri meteo-idrologici (ad esempio, dati pluviometrici, livelli di portata nei rivi). ➤ Implementazione modelli matematici preposti alla ricostruzione dei campi di precipitazione, all'idrologica di versante e idraulica della rete di drenaggio, al calcolo del trasporto solido in termini di inquinante in fognatura mista. ➤ Messa a punto di un sistema di telecontrollo di una stazione remota presente a Molo Giano dalla quale è possibile operare manovre idrauliche sulla rete in base ai parametri in ingresso al sistema, ottimizzando il trattamento dei volumi di refluo in transito. ➤ Realizzazione di una piattaforma di sviluppo "nucleo di sistema" che gestisce e controlla tutti i dati e i processi concomitanti integrando in un ambiente unico tutte le modellistiche di simulazione. ➤ Dragaggio e risistemazione idraulica della cisterna sotterranea di Piazza Corvetto. ➤ Ottimizzazione della filiera di trattamento dell'impianto di depurazione e riduzione dei costi di gestione dello stesso, grazie all'implementazione della sua funzionalità. Riduzione dei costi di manutenzione dello specchio acqueo portuale che ha una minor necessità di impiego di battenti utilizzati per l'abbattimento degli inquinanti sospesi. Riduzione dei tempi di ritorno dei fenomeni di esondazione nell'area urbana per la riattivazione della cisterna sotterranea di Piazza Corvetto, come volume di laminazione. Riduzione dei danni che possono subire i pubblici esercizi in concomitanza di fenomeni di pressurizzazione della rete e conseguente allagamento di magazzini, negozi e scantinati. |

Scheda 3: elaborata su informazioni contenute nella Banca GELSO

| | |
|--------------------------|---|
| Progetto | ESTRUS |
| | Presenta un elevato grado di trasferibilità dato che, qualora le metodiche di depurazione distribuite dovessero dimostrare un livello di efficienza competitivo rispetto alle metodiche classiche l'esperienza della provincia di Genova potrebbe sicuramente venir trasferita a diverse realtà. |
| Stato di attuazione | Attuato |
| Budget totale | Euro 1.394.339 |
| Finanziamento | Cofinanziamento LIFE Ambiente: 673.673 euro |
| Localizzazione | Area urbana - Genova |
| Info&contatti | Settore Smart City - Comune di Genova |
| Promotore | Comune di Genova |
| Partner | Provincia di Genova, Autorità portuale di Genova, Dipartimento d'Ingegneria Ambientale e il Dipartimento di Ingegneria Chimica e di Processo "G.B. Bonino" dell'Università degli Studi di Genova, SEPG S.p.A. (Servizi Ecologici Porto di Genova), FINPORTO S.p |
| Descrizione del progetto | <p>Il progetto intende dimostrare la sostenibilità e l'efficienza di trattamenti differenziati (sistemi distribuiti, sistemi di trattamento in caditoia) per le acque di prima pioggia nelle infrastrutture portuali e nelle aree industriali, in quanto in queste aree, i trattamenti tradizionali, come i serbatoi di stoccaggio delle acque di prima pioggia, sono troppo costosi e poco fattibili a causa della mancanza di spazio.</p> <p>La campagna di raccolta dati permette di compilare una mappa dettagliata della pressione ambientale e del rischio, relativi ai siti produttivi di maggiore rilevanza, quantificati attraverso la stima del carico inquinante associato alle acque di dilavamento dei vari siti di interesse.</p> <p>Basandosi quindi sulle informazioni contenute nella mappa di rischio ambientale, sono stati identificati due siti pilota nel Porto di Genova, in particolare il Terminale Crociere e il Terminale Contenitori V.T.E.. Sono state inoltre identificate due tipologie di siti produttivi pilota situati sul territorio della Provincia di Genova: un piazzale adibito al carico autobotti di un'azienda di trasformazione/raffinazione di prodotti petroliferi in località Busalla - IPLOR S.p.A. - ed un'area di PARCHEGGIO MEZZI SPECIALI per la rimozione rifiuti solidi urbani del Comune di CHIAVARI.</p> <p>Ciascun sito sperimentale è stato attrezzato con una stazione di monitoraggio per l'acquisizione di misure quali - quantitative delle acque di dilavamento di origine meteorica nel caso di reti di drenaggio con/senza i dispositivi di trattamento in caditoia. In parallelo, le differenti tipologie di dispositivi per il trattamento delle acque di prima pioggia verranno accuratamente testate in laboratorio, in modo da quantificare la loro performance sia dal punto di vista idraulico che da quello dell'efficacia di rimozione dell'inquinante.</p> <p>I dati ottenuti dalla campagna di monitoraggio verranno analizzati ed elaborati in modo tale da poter effettuare un'efficace analisi costi/benefici del sistema distribuito a confronto con i metodi di depurazione tradizionali.</p> |
| | |

continua

segue Scheda 3: elaborata su informazioni contenute nella Banca GELSO

| Progetto | ESTRUS |
|-----------|---|
| Risultati | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mappa di rischio relativa all'impatto degli scarichi di origine meteorica sui corpi idrici ricettori a scala regionale. ➤ Indagine sull'efficienza idraulica e sulla capacità di rimozione degli inquinanti da parte dei dispositivi di trattamento in caditoia in commercio, condotta in laboratorio da cui è emerso che tali dispositivi hanno scarse prestazioni idrauliche in particolare alle basse portate a cui sono generalmente associati i carichi inquinanti più rilevanti. Al contrario i mezzi filtranti (dispositivo installato per i monitoraggi) hanno evidenziato buone prestazioni in termini di rimozioni di idrocarburi. ➤ Campagna di monitoraggio (fase di campo) e relativa elaborazione dei dati misurati. <ul style="list-style-type: none"> a) l'efficienza di rimozione degli idrocarburi si è dimostrata significativa per il dispositivo installato in campo, sebbene tale efficienza risulti notevolmente variabile in fase di esercizio, compresa mediamente tra il 30 e 60 %, rispetto a valori compresi tra il 50 e 70% osservati in laboratorio; b) la rimozione dei solidi costituisce l'aspetto più critico del dispositivo di trattamento in caditoia testato in campo. Nel corso di alcuni eventi meteorici si è osservato infatti il dilavamento di particelle solide precedentemente trattenute all'interno del filtro, determinando un incremento della concentrazione di solidi associati alle acque di prima pioggia; c) per quanto concerne i metalli pesanti, la concentrazione totale sembra scarsamente influenzata dalla presenza del filtro, al contrario il sistema filtrante influenza la distribuzione dei metalli tra frazione disciolta e frazione aggregata alle particelle solide; d) le operazioni di manutenzione risultano in ogni caso essenziali per assicurare il corretto funzionamento dei dispositivi di trattamento in caditoia; e) i filtri esausti possono essere smaltiti esclusivamente in discarica, in quanto processi di rigenerazione/recupero sono risultati impraticabili. Il materiale assorbente esausto è assimilabile ad un rifiuto speciale non pericoloso (le discariche della Liguria sono in grado di smaltire tale tipologia di rifiuto); f) I sistemi di trattamento in caditoia disponibili in commercio sono progettati per reti di drenaggio statunitensi pertanto richiederebbero opportune modifiche per la loro applicazione nel contesto Europeo. |

Scheda 4: elaborata su informazioni contenute nella Banca dati Cordis - FP7

| | |
|----------------------|--|
| Progetto | PREPARED |
| | Programma Quadro Ricerca e Sviluppo Tecnologico |
| Stato di attuazione | In attuazione |
| Budget totale | Euro 10.657.756 |
| Finanziamento | UNIONE EUROPEA |
| Localizzazione | Area urbana (più comuni) |
| Sito internet | http://www.prepared-fp7.eu/ |
| Info&contatti | KWR, Watercycle Research Institute (Coordination) Postbus 1072, 3430 BB Nieuwegein The Netherlands |
| Promotore | KWR, Watercycle Research Institute |
| Partner | Partners molteplici di varie nazioni: Comuni, Enti di ricerca, Associazioni, ecc |
| Descrizione progetto | <p>Il progetto intende verificare la capacità dei sistemi di approvvigionamento idrico e di depurazione di dieci città europee di adattarsi agli impatti dei cambiamenti climatici. A conclusione dimostrerà che i sistemi di approvvigionamento idrico e di depurazione di queste città ed i relativi bacini idrografici possono adattarsi ed essere resilienti alle sfide del cambiamento climatico e che l'adattamento tecnologico, gestionale e politico può essere conveniente, efficiente ed esportabile in altre aree urbane in Europa e nel resto del mondo.</p> <p>Gli Obiettivi del progetto:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ affrontare le questioni legate all'influenza dai cambiamenti climatici sulla gestione delle acque, delle acque reflue e delle acque meteoriche; affrontare molti dei problemi paneuropei e ottimizzare, testare e implementare soluzioni adattative che contribuiranno ad un approccio integrato e coordinato a livello europeo;➤ lavorare su strategie di adattamento, tenendo in considerazione allo stesso tempo le soluzioni basate sulla mitigazione; i risultati del progetto contribuiranno a ridurre le emissioni di gas serra della gestione idrica e delle acque reflue;➤ migliorare la resilienza dell'UE nell'affrontare l'impatto del cambiamento climatico;➤ contribuire all'integrazione delle strategie di adattamento nelle politiche dell'UE. |

Scheda 5: elaborata su presentazione del progetto a cura del responsabile di progetto Teresa Muraro

| Progetto | AQUOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|----|--------------------|-----------------------------|----|---------------|-----------------------------|----|--------------|-------------------------------|----|---------------|--------------------------------------|----|-----------------|--------------------------------------|----|---------------|------------------------------|----|-----------|---------------------------------|
| | LIFE10 ENV/IT/ Co-finanziato (50%) dal fondo Europeo LIFE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stato di attuazione | In attuazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Budget totale | 1,814,548 € | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Localizzazione | Provincia di Vicenza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sito internet | www.lifeaquor.org | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Info&contatti | Muraro Teresa , responsabile progetto Ufficio Risorse idriche Provincia Vicenza - muraro.teresa@provincia.vicenza.it | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner | Acque Vicentine SpA, Alto Vicentino Servizi SpA Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, Centro Idrico Novoledo srl, Veneto Agricoltura. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descrizione del progetto | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conservazione del patrimonio idrico mediante il ristabilimento dell'equilibrio del territorio dell'alta pianura attraverso azioni di ricarica naturale e artificiale dell'acquifero ➤ Pianificazione delle risorse idriche vicentine in accordo con la Direttiva 2000/60/CE: promozione dell'uso sostenibile della risorsa, riequilibrio tra estrazione e rawenamento, incentivazione all'uso efficiente della risorsa e valorizzazione della partecipazione dei cittadini alla gestione sostenibile dell'acqua ➤ Dimostrare la fattibilità di diverse soluzioni innovative per la ricarica delle falde e sperimentarne l'efficienza, l'efficacia e l'economicità. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Risultati | <p><u>Opere di ricarica completate:</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">codice azione</th> <th style="width: 45%;">sito di intervento</th> <th style="width: 30%;">azione di ricarica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C1</td> <td>Montecchio P. (VI)</td> <td>n. 2 pozzi di infiltrazione</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td>Breganze (VI)</td> <td>n. 4 pozzi di infiltrazione</td> </tr> <tr> <td>C3</td> <td>Sarcedo (VI)</td> <td>n. 1 trincea di infiltrazione</td> </tr> <tr> <td>C4</td> <td>Schiavon (VI)</td> <td>n. 1 area forestale di infiltrazione</td> </tr> <tr> <td>C4</td> <td>Carmignano (PD)</td> <td>n. 1 area forestale di infiltrazione</td> </tr> <tr> <td>C5</td> <td>Sandrigò (VI)</td> <td>n. 1 roggia di infiltrazione</td> </tr> <tr> <td>C5</td> <td>Rosà (VI)</td> <td>n. 1 campo di sub-infiltrazione</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ➤ I pozzi di infiltrazione sono dei veri e propri pozzi di sei metri di profondità per due di diametro costruiti con degli elementi circolari in calcestruzzo forato; ➤ Le trincee di infiltrazione: sono elementi disperdenti, tubi forati da 50 cm di diametro, disposti orizzontalmente nel terreno ghiaioso dell'alta pianura vicentina; ➤ "Per area forestale di infiltrazione si intende in genere un ettaro di terreno solcato con scoline di una profondità di 70 cm e larghezza di 1 m. Ai lati delle scoline vengono piantate essenze ad alta produzione di biomassa che vengono tagliate ogni 2-3 anni per produrre cippato" ➤ Le rogge di infiltrazione sono normali rogge irrigue che possono venire rinaturalizzate con percorsi laterali sinuosi in modo tale da permettere il rallentamento delle acque e la conseguente infiltrazione ➤ Nel caso del campo di sub-infiltrazione, il terreno agricolo viene attrezzato con una serie di tubi disperdenti di piccolo diametro (da 10-20 cm a 40-50 cm di profondità), e poi ricomposto per la sua gestione agronomica. <p><u>Studi.</u> L'ARPA Veneto ha realizzato uno studio geopedologico dell'alta pianura finalizzato alla ricarica che ha permesso, unito alle informazioni della banca dati già presente in Provincia, di creare delle carte sulla vocazione del territorio alla ricarica naturale ed artificiale. Poiché la continua cementificazione del territorio sta sottraendo spazi alla naturale infiltrazione delle acque è stato realizzato sull'argomento uno specifico workshop che, assieme alla distribuzione delle carte di vocazione costituirà l'azione di sensibilizzazione delle amministrazioni comunali.</p> | | codice azione | sito di intervento | azione di ricarica | C1 | Montecchio P. (VI) | n. 2 pozzi di infiltrazione | C2 | Breganze (VI) | n. 4 pozzi di infiltrazione | C3 | Sarcedo (VI) | n. 1 trincea di infiltrazione | C4 | Schiavon (VI) | n. 1 area forestale di infiltrazione | C4 | Carmignano (PD) | n. 1 area forestale di infiltrazione | C5 | Sandrigò (VI) | n. 1 roggia di infiltrazione | C5 | Rosà (VI) | n. 1 campo di sub-infiltrazione |
| codice azione | sito di intervento | azione di ricarica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C1 | Montecchio P. (VI) | n. 2 pozzi di infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 | Breganze (VI) | n. 4 pozzi di infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | Sarcedo (VI) | n. 1 trincea di infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | Schiavon (VI) | n. 1 area forestale di infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4 | Carmignano (PD) | n. 1 area forestale di infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | Sandrigò (VI) | n. 1 roggia di infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5 | Rosà (VI) | n. 1 campo di sub-infiltrazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

continua

segue Scheda 5: elaborata su presentazione del progetto a cura del responsabile di progetto Teresa Muraro

| Progetto | AQUOR |
|--------------------|---|
| Azioni in progress | <p><u>Risparmio idrico.</u> Sono stati realizzati tre convegni di illustrazione del LIFE: l'ultimo in ordine di tempo, realizzato il 07/06/13 ha visto riuniti i due LIFE italiani sulla ricarica ovvero AQUOR e WARBO in un incontro di confronto tra le esperienze già fatte e le prospettive future Nel 2012/13 nelle scuole sono state programmate delle lezioni specifiche sugli argomenti del LIFE ed è stato distribuito materiale didattico sul risparmio idrico.</p> <p><u>Monitoraggio chimico fisico.</u> A settembre 2013 (durante il periodo non irriguo) verranno avviate le opere di ricarica realizzate della falda e in parallelo si attiverà il monitoraggio chimico fisico delle acque mediante sonde multiparametriche. Il chimismo dell'acqua da infiltrare è stato controllato nell'anno precedente alla ricarica (2012/13) mediante l'analisi di recettori biologici: i muschi acquatici. L'analisi procederà anche per tutto il 2014.</p> <p><u>Monitoraggio quantitativo.</u> Anche la quantità di acqua verrà monitorata mediante 20 pozzi piezometrici posti a monte e a valle delle opere di ricarica.</p> <p><u>Convenienza economica.</u> Veneto Agricoltura si sta occupando di studiare e calcolare i costi e le rese in termini di "acqua infiltrata" delle opere costruite e realizzerà per fine 2013 e nel 2014 delle lezioni specifiche per esperti del settore oltre ad un manuale sulla ricarica artificiale della falda.</p> <p><u>Contratto di falda:</u> definizione di un piano d'azione che si dovrà realizzare attraverso un processo partecipato con tutti gli enti o entità che si occupano a vario titolo di acqua. I lavori inizieranno nel settembre 2013.</p> |

Scheda 6: elaborata su presentazione del progetto a cura del Responsabile di progetto Francesca Santori

| Progetto | WW-SIP |
|---------------------|---|
| | LIFE10 ENV/IT/000308 - co-finanziato (50%) dal fondo Europeo LIFE |
| Stato di attuazione | In attuazione |
| Budget totale | 3,854,549 € |
| Localizzazione | Umbria - ITALY |
| Sito internet | www.lifewwsip.it |
| Info&contatti | Francesca Santori Responsabile Progetto f.santori@isrim.it ISRIM S.c.a r.l. Istituto Superiore di Ricerca e Sviluppo sui Materiali Speciali per le Tecnologie Avanzate |
| Beneficiari | ISRIM S.c.a r.l. - Terni, Italia; LNEG - Lisbona, Portogallo - Laboratorio Nazionale di Energia e Geologia - Resp. Louisa Gouveia; CYCLUS ID - Siviglia, Spagna - Impresa privata attiva nel settore della depurazione Industriale Resp. Francisca M. Olmo; UMBRA ACQUE - Perugia, Italia - Gestore acquedotti, depuratori urbani e fornitura di servizi idrici nella Provincia di Perugia - Resp. Antonello Malucelli; AGUAS DA FIGUEIRA - Figueira da Foz, Portogallo - Gestore acquedotti, depuratori urbani e fornitura di servizi idrici nel territorio di Figueira da Foz - Resp. Fernando Magueta. |

continua

segue Scheda 6: elaborata su presentazione del progetto a cura del Responsabile di progetto Francesca Santori

| Progetto | WW-SIP |
|---------------------------------|---|
| <p>Descrizione del progetto</p> | <p>Nell'ambito di una visione generale di gestione sostenibile delle acque reflue urbane ed industriali, il depuratore municipale sarà sempre più proiettato non solo verso la rimozione spinta di inquinanti tramite processi biologici, ma soprattutto verso il recupero e riuso di acqua, energia e materie prime presenti nei reflui immessi nella linea di processo. La ridefinizione del concetto di depuratore municipale, da luogo di raccolta e trattamento dei reflui civili a piattaforma integrata per la valorizzazione sostenibile dei rifiuti liquidi, rappresenta, quindi, il presupposto concettuale dell'intero progetto di dimostrazione LIFE Ambiente WW-SIP. Il prototipo di piattaforma verrà realizzato integrando alle strutture preesistenti del depuratore di Ponte Valleceppi (PG) tecnologie eco-sostenibili sviluppate in Europa dai partner del progetto. Infatti, sono state progettate e sono in corso di costruzione in Portogallo e in Spagna le seguenti unità innovative:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ un impianto di pre-trattamento basato sull'elettrocoagulazione; ➤ un impianto di produzione di energia e calore dal biogas prodotto dal processo di digestione anaerobica costituito da microturbine e bio-desolforazione; ➤ un fotobioreattore ad alghe in grado di utilizzare la CO₂ prodotta dai processi di combustione per la produzione di bio-carburante o biomassa da introdurre nel digestore anaerobico <p>Nel biennio 2012-2013 saranno contestualmente richieste le autorizzazioni necessarie per l'integrazione delle suddette nuove tecnologie e per l'ingresso dei rifiuti liquidi disponibili localmente al depuratore di Ponte Valleceppi (PG) Entro la fine del 2013 le tre unità verranno installate e collaudate all'interno del depuratore, previo ricevimento delle autorizzazioni richieste. Il biennio 2014-2015 sarà invece dedicato al monitoraggio e messa a regime della piattaforma, all'analisi costi/benefici e al Life Cycle Assessment</p> <div data-bbox="392 900 1084 1616" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre> graph TD IW[Industrial Wastewater] --> EC[ELECTROCOAGULATION] UW[Urban Wastewater] --> EC EC --> COMPOST1[COMPOST] EC --> UWWTP[UWWTP] UWWTP --> MAB[MICROALGAE BIOREACTOR] MAB --> BIOMASS[BIOMASS] MAB --> AO[ALGAL OIL (biofuel)] MAB --> WATER[WATER] MAB --> CHP[CHP UNIT] CHP --> ENERGY[ENERGY] CHP --> CO2[CO2] CO2 --> AR[Anaerobic reactor] AR --> COMPOST2[COMPOST] AR --> UWWTP AR --> MAB AR --> SLUDGE[Sludge] SLUDGE --> UWWTP </pre> </div> <p>Flow chart del processo.</p> |

Scheda 7: elaborata su informazioni contenute Banca dati Cordis - FP 7

| | |
|----------------------|---|
| Progetto | TRUST Programma Quadro Ricerca e Sviluppo Tecnologico |
| Stato di attuazione | In attuazione |
| Budget totale | Euro 9.284.039 |
| Finanziamento | UNIONE EUROPEA |
| Localizzazione | Area urbana (più comuni) |
| Sito internet | http://www.trust-i.net/ |
| Info&contatti | info@trust-i.net |
| Promotore | Veolia Environnement |
| Partner | Partner italiani: Iren Acqua Gas S.p.A, Università degli Studi di Bologna |
| Descrizione progetto | L'obiettivo centrale del progetto europeo TRUST è quello di fornire le conoscenze per supportare la transizione verso i servizi idrici urbani del domani, consentendo alle comunità di realizzare un futuro sostenibile e a basse emissioni di CO ₂ , senza compromettere la qualità del servizio di gestione delle acque. Quest'obiettivo verrà perseguito attraverso innovazioni nella governance, nella progettazione dei modelli, nelle tecnologie, negli strumenti di supporto alle decisioni e attraverso nuovi approcci alla gestione integrata delle risorse idriche, dell'energia, delle infrastrutture. Il progetto TRUST intende dimostrare e legittimare queste innovazioni e attuare quelle più promettenti nelle nove città pilota partecipanti. |

SEZIONE 4

FRUIZIONE DEGLI AMBIENTI IDRICI IN AMBITO URBANO

- ***La Riqualificazione Fluviale negli ambiti urbani: un obiettivo possibile***
G. Dodaro – Ambiente Italia, G. Gusmaroli - Ecoingegno
- ***I parchi fluviali urbani***
S. Bernabei, F. De Giacometti, T. Forte - ISPRA, G. Caricato, M. Montemurro – ARPA Basilicata
- ***Urbanizzazione in aree costiere***
F. D'Ascola - ISPRA
- ***La riqualificazione del waterfront urbano in Italia: analisi e progetti***
M. Faticanti, S. Venturelli - ISPRA
- ***Il clima meteo – marino e la fruizione dell'arenile per scopi ludico – ricreativi e turistici***
G. Nardone, M. Picone - ISPRA, A. Valentini - ARPAEMR, S. Gallino - ARPAL
- ***Acque di balneazione: il profilo come strumento di prevenzione, gestione e informazione***
R. De Angelis, P. Borrello, E. Spada – ISPRA , M. Scopelliti Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
- ***Box - Le fioriture di ostreopsis cf. ovata sulla fascia costiera della città di Palermo***
A. Abita, P. Aiello, V. M. Buscaglia, A. Granata - ARPA Sicilia
- ***Box - Il bollettino previsionale Arpal del rischio di fioriture ostreopsis***
R. Bertolotto e P. Moretto - ARPA Liguria
- ***Box - Un applicativo di <<google maps>> per la gestione dei dati di balneazione in ARPA Campania***
L. De Maio, E. Lionetti – ARPA Campania

LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEGLI AMBITI URBANI: UN OBIETTIVO POSSIBILE

G.DODARO¹, G.GUSMAROLI²

¹Ambiente Italia, Roma; ²Ecoingegno, Venezia

ABSTRACT

Precisi obblighi contenuti nella normativa europea e l'ormai riconosciuto ruolo fondamentale del fiume nel fornire servizi ecosistemici di primaria importanza, evidenziano come il miglioramento dello stato ecologico dei corsi d'acqua sia un obiettivo da perseguire, anche all'interno delle aree urbane, dove è possibile adottare un approccio volto alla riqualificazione fluviale, finalizzato all'implementazione di una strategia di recupero della funzionalità del corpo idrico e del relativo ruolo ecosistemico e socioeconomico. Perché ciò sia possibile è necessario un approccio realmente integrato, in grado di definire misure multi obiettivo di rigenerazione urbanistica e recupero dell'assetto naturale. Non mancano ormai esempi di progetti realizzati con questa ottica, dai quali è possibile ricavare approcci e misure adattabili a numerosi contesti urbani.

Parole chiave: riqualificazione fluviale, corsi d'acqua urbani, Direttiva Quadro sulle Acque.

1. FIUMI E CITTÀ: UN RAPPORTO ANTICO

La presenza di un fiume ha rappresentato spesso il fattore determinante per la localizzazione di insediamenti umani, a partire dalle prime forme conosciute di aggregazione – i villaggi del Neolitico – fino alle configurazioni urbanistiche più strutturate che hanno portato nel tempo alla nascita delle moderne città. Le pianure alluvionali sono inizialmente i luoghi di sosta migliori per popoli che lentamente da cacciatori e nomadi si trasformano in comunità stanziali, che basano il proprio sostentamento su agricoltura e allevamento. In epoche successive i fiumi rappresentano un valido (sovente invalicabile) elemento di difesa da presidiare o una via preferenziale di trasporto (Gusmaroli et al., 2009). In corrispondenza di guadi (facilmente accessibili e/o difendibili) sorgono i nuclei originari di molte città italiane (Roma, Firenze, Verona,...) ed estere (Parigi, Londra, Praga,...).

Ma le prime civiltà urbane nascono proprio nel momento in cui si avverte l'esigenza di modificare il territorio e di renderlo funzionale alle necessità create dalle nuove forme di organizzazione sociale e dalle attività che le sostengono. A questa regola non sono sfuggiti i fiumi che nel corso dei secoli sono stati oggetto di continue trasformazioni, sempre finalizzate a massimizzare l'utilità che i corsi d'acqua potevano avere nella soddisfazione dei bisogni delle città. Così nel tempo i fiumi sono stati modificati per facilitare l'allontanamento dei reflui, consentire la navigazione fluviale e il trasporto delle merci, massimizzare l'efficacia dell'utilizzo dell'acqua a sostegno di attività prima artigiane e poi anche industriali.

Ma soprattutto gli è stato progressivamente sottratto lo spazio di pertinenza fluviale – in quanto terreno buono per ulteriore trasformazione urbanistica - attraverso la costruzione di argini, la rettificazione e la canalizzazione degli alvei. Tutto ciò ha avuto come effetto che nei tratti cittadini al fiume è impedito di svolgere le proprie funzioni di sistema ecologico complesso, capace di autoregolarsi, determinando un peggioramento dei parametri idromorfologici, biologici, fisico-chimici. La città rappresenta una violenta interruzione del *river continuum* ecologico (Vannote

et al., 1980); superato il centro urbano il corso d'acqua per un tratto considerevole – talvolta per l'intero suo corso fino alla foce – non riesce a recuperare adeguati livelli di funzionalità. Ma più in generale in molti casi il fiume ha perduto la sua antica dimensione fisica e culturale: non è più una componente essenziale della trama urbanistica e della vita della città ma un elemento accessorio, di cui ci si ricorda solo in caso di eventi drammatici. Si è disperso il patrimonio di conoscenze che regolava il rapporto col fiume e coi suoi ritmi, si è rinunciato perfino alle positive funzioni percettive e fruibili a cui il corso d'acqua può assolvere. Nei casi più estremi lo si è utilizzato come ambito di ulteriore espansione del costruito, è stato coperto per dar spazio a nuovi insediamenti o infrastrutture o semplicemente per mascherarne il corso ormai trasformato in collettore di reflui.

2. LA RISCOPERTA DEL FIUME

Il cambiamento di questo rapporto totalmente privo di equilibrio tra fiume e città si verifica – a partire dalla seconda metà del secolo scorso – allorché si afferma in maniera sempre più evidente il fallimento di un certo modello intensivo di pianificazione e le città tendono a rinnovare le proprie politiche urbanistiche. Tra le principali esigenze c'è quella di dare risposta alla crescente richiesta di ambiti naturali, che assolvono a importanti funzioni ricreative e di socializzazione, contribuendo a soddisfare l'aspirazione a uno spazio vitale meno alienante. In questo contesto ritorna l'interesse per i fiumi, non più elementi marginali ma luoghi utili alla ridefinizione delle funzioni della città e delle sue relazioni spaziali e sociali (Campus, 2006). L'obiettivo principale è quello della fruizione e pertanto i primi progetti sui corsi d'acqua si concentrano prevalentemente sulla riduzione dei carichi inquinanti e sul miglioramento della qualità delle acque, fino ad arrivare al tentativo di ricostituzione, ove possibile, di aree vegetate lungo le rive, rispondendo generalmente a criteri estetici e non di naturalità. In una fase successiva la realizzazione di numerosi interventi – alcuni anche di notevoli dimensioni – è dettata dalla volontà di incrementare la qualità architettonica ed ambientale delle aree che si affacciano sul fiume, consentendo una loro migliore vivibilità. Molti di questi progetti possono ritenersi di *waterfront design*, disciplina che si propone essenzialmente di ridefinire la relazione tra città e fiume lungo la loro linea di contatto, risolvendo le più evidenti incoerenze urbanistiche e incrementando la fruibilità delle zone perfluviali e, ove possibile, gli accessi all'acqua (Gusmaroli et al., 2011).

Tali esperienze sono generalmente connotate da un approccio locale e settoriale, che si concentra esclusivamente sui luoghi oggetto d'intervento (senza studiarne i rapporti con il sistema fluviale nel suo complesso) e punta prevalentemente alla loro valorizzazione estetica. Ciò vale anche per i casi in cui si registra una maggiore attenzione agli aspetti ecologici; la tendenza è sempre quella di ricostruire artificialmente forme ed habitat e non di restituire al fiume le condizioni affinché questo processo di rinaturalizzazione avvenga spontaneamente.

Più di recente la spinta alla realizzazione di progetti di miglioramento delle condizioni dei tratti urbani e periurbani dei corsi d'acqua è nata nell'ambito della definizione delle misure di adattamento al cambiamento climatico, che molte città hanno avviato in risposta alle politiche internazionali e alle esigenze contestuali. Alcuni interventi sono stati realizzati con lo scopo di minimizzare il rischio di eventi alluvionali, altri hanno registrato la restituzione di spazio urbanizzato al corso d'acqua nell'ambito delle più generali strategie di impermeabilizzazione tese alla riduzione del rischio di *urban drainage flooding*. Tra le esperienze più interessanti si annoverano quelle della contea di Somerset in Gran Bretagna, di Trondheim in Norvegia, della città danese di Aarhus (eliminazione di una diga e creazione di una vasta zona umida, anche allo scopo di depurazione delle acque del tratto urbano del fiume Egaa).

Il tratto che accomuna gli interventi descritti – sia quelli dettati da esigenze di riconsiderazione del *waterfront* che quelli ideati come risposta ai possibili effetti dei cambiamenti climatici – è la ricerca di un assetto che determini un miglioramento estetico-percettivo del corso d'acqua, che contribuisca ad assolvere ad alcuni bisogni della cittadinanza. Non comprendono tra gli obiettivi

Figura 1 - Cartelloni esplicativi di un progetto di realizzazione di un giardino galleggiante sulla Senna



Fonte: foto G.Dodaro, 2013

quello del miglioramento dello stato ecologico del corso d'acqua e non possono quindi definirsi veri e propri interventi di *riqualificazione fluviale* (CIRF, 2006). Nella maggior parte dei casi il fiume si allontana dal tratto urbano mantenendo una forte alterazione dei suoi attributi ecologici e della sua funzionalità.

3. LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE ALL'INTERNO DELLE CITTÀ

Precisi obblighi contenuti nella normativa europea e l'ormai riconosciuto ruolo fondamentale del fiume nel fornire servizi ecosistemici di primaria importanza, evidenziano come il miglioramento dello stato ecologico dei corsi d'acqua sia un obiettivo da perseguire, anche all'interno delle aree urbane, dove è possibile adottare un approccio finalizzato all'implementazione di una strategia di recupero della funzionalità del corpo idrico e del relativo ruolo ecosistemico e socioeconomico. Si tratta quindi di capire come l'approccio della Riqualificazione Fluviale possa essere declinato in ambito urbano, quali attributi del valore ecologico di un corso d'acqua possano essere oggetto di una efficace strategia di miglioramento e attraverso l'applicazione di quali misure. In ogni caso, in accordo con quanto previsto dalla Direttiva 2000/60/CE, il fiume anche all'interno della città deve essere sempre considerato nella sua dimensione ecosistemica completa, senza escludere a priori nessun attributo di qualità ecologica. Dovranno quindi essere analizzate le condizioni chimiche e fisiche dell'acqua, lo stato della comunità ittica e macrobentonica, la struttura dei popolamenti vegetazionali, il regime idrologico, le forme e i processi geomorfologici, identificando i termini maggiormente penalizzati nello specifico contesto in cui si opera e individuando un set di misure – anche non strutturali – che conduca al loro recupero.

L'obiettivo ambizioso della Riqualificazione Fluviale in ambito Urbano (RFU) fa sì che il processo che conduce ad una sua reale implementazione non sia semplice; è dunque necessario – prima di pianificare qualunque intervento – avere una visione chiara del percorso che si vuole intraprendere. In particolare è necessario realizzare una appropriata valutazione integrata a supporto delle decisioni, in grado di considerare i costi e i benefici totali della RFU, comprendenti anche

gli effetti a scala di bacino (e non solo a livello del singolo tratto cittadino interessato). È così possibile immaginare che in molti contesti l'applicazione dei principi della RFU risulterà particolarmente complicata (per questioni di carattere economico, urbanistico, sociale). Nonostante ciò è comunque possibile individuare alcune misure di riqualificazione fluviale che possono integrarsi in contesti urbani anche densamente urbanizzati, senza esigere costi sproporzionati rispetto ai benefici ottenuti. A titolo di esempio si riporta di seguito un breve elenco di possibili linee di azione, suddivise per obiettivo specifico:

Miglioramento della qualità chimico-fisica:

- adozione in edilizia urbana dei principi e delle tecniche della *sustainable sanitation*;
- affinamento degli scarichi dei depuratori centralizzati con opportuni trattamenti terziari (preferibilmente sistemi naturali in connessione ecologica con l'ambiente fluviale);
- bonifica dei siti contaminati (*in-situ*, *on-site* o *off-site* in base alle specifiche dinamiche geomorfologiche che si vogliono riattivare);
- miglioramento del drenaggio urbano mediante opportuni sistemi di trattamento (preferibilmente naturali) delle acque di prima pioggia.

Miglioramento della qualità idromorfologica:

- restituzione alla luce di eventuali tratti tombinati (*deculverting*);
- demolizione e rimozione di manufatti idraulici obsoleti o non funzionali e riqualificazione geomorfologica degli spazi di risulta;
- restituzione controllata (p.es. con difese dormienti) di spazi rivieraschi alle dinamiche fluviali;
- realizzazione di aree di laminazione ad esondazione controllata in ambito peri-urbano.

Miglioramento della qualità biologica:

- realizzazione di passaggi per pesci (ove opportuno e rilevante ai fini della tutela dell'ittiofauna);
- creazione di habitat ripariali.

4. ALCUNI ESEMPI DI PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE IN AMBITO URBANO

Nonostante le difficoltà precedentemente richiamate, l'obiettivo della RFU non è utopistico. Lo testimoniano alcuni casi di città europee che hanno realizzato progetti coraggiosi su specifici ambiti territoriali, ma anche applicato indirizzi di programmazione territoriale innovativi e di grande portata concettuale.

La città di Breda (ca. 170.000 abitanti) è situata nel sud dell'Olanda ed è attraversata dai fiumi Mark e Aa di Weerijis, in una zona fragile dal punto di vista idraulico per il cambio di pendenza del profilo dei corsi d'acqua e per il cambio di profilo dei suoli. Nella notte di capodanno del 2002 la città ha subito una pesante inondazione. Tra le cause del fenomeno sono state individuate la densa urbanizzazione della città, la rettifica e canalizzazione dei corsi d'acqua, l'agricoltura intensiva del bacino sotteso e i cambiamenti climatici. La città era preparata a sopportare eventi con Tempo di ritorno (Tr) di circa 50 anni, che però è stato superato in occasione dell'alluvione. In risposta al drammatico evento è stato predisposto un piano partecipato di interventi promosso congiuntamente dall'amministrazione comunale e dall'autorità idraulica competente. Tra le misure introdotte si rilevano: restituzione di spazio al fiume nelle aree a monte della città mediante interventi di ri-meandrazione e ricreazione di tipiche forme morfologiche; rinaturalizzazione delle sponde in alcuni quartieri dell'ambito urbano; riattivazione in ambito perturbato di piane inondabili per circa 300 ha (tirante idrico di ca. 20 cm per eventi con Tr 100 anni e svuotamento del sistema in 24-48 h) mantenendo una destinazione d'uso agricola compatibile con periodiche esondazioni, ricreando boschi e rendendo fruibile l'area; interventi per la riduzione dell'inquinamento diffuso e puntuale. I due corsi d'acqua interessati sono parte della rete ecologica olandese e con il progetto è stata migliorata la connettività ecologica attraverso la città. Inoltre i fiumi

sono stati valorizzati come greenways per attività fruibili. Il progetto non risolve completamente le problematiche di una città in continua espansione ma il coinvolgimento dei cittadini fin dalle fasi iniziali dell'iniziativa ha consentito di mettere in moto un percorso virtuoso che ha invertito la precedente tendenza a costruire argini sempre più alti con ingenti investimenti economici senza reali benefici (Arts et al., 2004).

Figura 2 - Effetti del progetto di riqualificazione fluviale nell'area urbana di Breda



Fonte: Arts et al., 2004

Tra il 2000 e il 2006 la città di **Monaco**, insieme allo stato tedesco della Baviera, ha implementato uno dei più significativi progetti di RFU a livello europeo, integrando gli obiettivi di riduzione del rischio idraulico, di valorizzazione fruibili del corridoio fluviale urbano e di miglioramento ambientale. Gli interventi, concepiti nel 1995 a valle di un percorso avviato già negli anni '80 che ha puntato al miglioramento della qualità dell'acqua (scarichi e sfioratori fognari), hanno interessato un tratto di circa 8 km del fiume Isar che dalla periferia meridionale di Monaco arriva fino in centro città. In seguito al processo di industrializzazione avviato nel XIX secolo, il fiume Isar è mutato da una tipologia morfologica ad alveo pluricursale ad una ad alveo monocursale a sezione doppio-trapezia ristretta. Altri interventi diffusi di artificializzazione hanno pesantemente alterato il carattere geomorfologico e idrologico del corso d'acqua, fatti salvi isolati lembi residui ad assetto ancora naturale. Proprio partendo dallo studio di questi ultimi per la comprensione delle caratteristiche ecologiche di riferimento, il progetto ha previsto la rinaturazione del corridoio fluviale urbano riportando la città ad affacciarsi su un vero e proprio torrente. Gli interventi hanno previsto: allargamento della sezione con rimozione delle difese in cemento; risagomatura delle sponde; creazione in alveo di morfologie diversificate. Complessivamente è stata ricreata una fascia di mobilità confinata da difese dormienti all'interno della quale il fiume può esprimere il suo carattere torrentizio.

Figura 3 - Vista del fiume Isar dal ponte "Großhesselohe" prima (sopra) e dopo il progetto



Fonte: Binder, 2008

Le discontinuità longitudinali determinate da traverse e sbarramenti di diversa altezza sono state sostituite con rampe con disposizione ad alveare di massi ciclopici che diversificano il profilo longitudinale, favoriscono la formazione spontanea di habitat fluviali, consentono il passaggio dell'ittiofauna, creano luoghi ideali per la fruizione. Alcuni tronchi sono stati lasciati in alveo come rifugio per la fauna e serbatoio di sostanza organica. Il progetto relativo al tratto urbano più interno ha dovuto tenere conto di una serie di elementi infrastrutturali di fatto inamovibili; in questo caso alcuni tratti sono rimasti canalizzati, ma sono stati comunque adottati alcuni accorgimenti per massimizzare la naturalità nel rispetto dei vincoli esistenti (modeste risagomature delle gole, livellamento delle stesse con pendenze dolci verso il centro del fiume, modifica delle soglie in rampe). Il progetto, accanto all'allargamento della sezione di deflusso nel tratto urbano, ha incluso altre significative azioni per la gestione del rischio idraulico: rinforzo di argini esistenti con diaframature interne atte a consentire la permanenza della vegetazione sui rilevati e ridurre gli oneri di manutenzione, individuazione e conservazione di un'area a laminazione naturale nei pressi della città. Una piena significativa avvenuta nel 2005 ha consentito di osservare la risposta del corso d'acqua alle sollecitazioni idrauliche e di trasporto solido. Alcuni interventi sono stati rivisti ma complessivamente il fiume ha manifestato una certa resilienza.

I casi di Breda e di Monaco dimostrano che la RFU è un obiettivo possibile e danno una indicazione concreta riguardo ai possibili vantaggi che tale approccio consente qualora si creino le condizioni per una sua corretta applicazione.

BIBLIOGRAFIA

- Arts T., Lambregts R., 2004. *River restoration in an urban environment; sustainable flood defence combined to floodplain reservation*, in ECRR, *Proceedings of the III International Conference on River Restoration* (Zagreb, 17th-21st May 2004)
- AA.VV., 2013. *Adaption Inspiration Book. 22 implemented cases of local climate change adaptation to inspire European citizens*. Rapporto del progetto CIRCLE 2 – Climate Impact Research & Response Coordination for a Larger Europe, 2013
- Binder W., 2008. *River Restoration: an European overview of rivers in urban areas*, in ECRR, *Proceedings of the IV International Conference on River Restoration* (Venice, 16th-21st June 2008), CIRF
- Campus E., 2006. *Il fiume nella città: una rete di esperienze a confronto*. Ri-Vista Ricerche per la progettazione del Paesaggio ISSN 1724-6768, anno 4 – numero 6, pag 121-136. Firenze
- CIRF (a cura di Nardini A., Sansoni P.), 2006. *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. Mazzanti Editori, Venezia
- CE, 2000. *Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*, Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000
- European Environmental Agency, 2012. *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies* EEA Report No 2/2012, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, 2012
- Farinella R., Ronconi M. (a cura di), 2008. *Territorio, Fiumi, Città. Esperienze di riqualificazione in Italia*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2008
- Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R., 2013: *River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale*. *Journal of Environmental Management* 126 (2013) 30-43, 2013
- Guccione B., Meli A., Risicaris G., (a cura di), 2006. *A networking experience for successful city-river interfaces*. Edifir, Firenze 2006
- Gusmaroli G., Bizzi S., Goltara G., Nardini A., Lafratta M. et al., 2009. Documento di posizione del CIRF nell'ambito del workshop internazionale "Riqualificazione Fluviale in ambito urbano: il coinvolgimento dei portatori d'interesse, le politiche decisionali, le misure di intervento. Esperienze inglesi e italiane a confronto". Novara, 2009
- Gusmaroli G., Bizzi S., Lafratta R., 2011. *L'approccio della Riqualificazione Fluviale in ambito urbano: esperienze ed opportunità*. Atti del 4° Convegno Nazionale di Idraulica Urbana "Acqua e Città 2011". Venezia, 2011
- Gutierrez T., 2005. *The Pasig River rehabilitation Master Plan*. Presentazione alla sessione n. 1 "Case studies of River Restoration" - 2nd International Forum on Waterfront and Watershed Restoration, Tokyo, 2005
- Nardini A., Dodaro G., Pra-Levis F., 2006 *River restoration: what is it?* Atti del Seminario Internazionale "Terres de Rivieres". Roma, 2006
- Tiebing Jiang J., 2005. *The Hankou Riverfront comprehensive flood prevention and environment-improvement and restoration project*. Presentazione alla sessione n. 1 "Case studies of River Restoration" - 2nd International Forum on Waterfront and Watershed Restoration, Tokyo, 2005
- Vannote, R. L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell, and C.E. Cushing, 1980. *The river continuum concept*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137
- Woo H.: *Amenity rehabilitation or ecosystem rehabilitation?*. Presentazione alla sessione n. 3 "Case studies of Urban River Rehabilitation", World City Water Forum, Korea, 2009

I PARCHI FLUVIALI URBANI

S. BERNABEI¹, F. DE GIACOMETTI¹, F. FORTE¹, G. CARICATO², M. MONTEMURRO²

¹ ISPRA - Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine

² ARPA Basilicata, Dipartimento di Matera, Ufficio Laboratorio di Microbiologia

ABSTRACT

I parchi fluviali assumono particolare importanza in ambito urbano. Vengono presentati due parchi fluviali, uno in Piemonte e uno in Basilicata.

Parole chiave: parchi fluviali, biodiversità.

1. INTRODUZIONE

I parchi fluviali sono uno strumento fondamentale per garantire la conservazione della naturalità residua negli ambienti acquatici e rappresentano un'opportunità per riqualificare e valorizzare il territorio degradato e improduttivo.

La vegetazione, oltre a proteggere il terreno dall'erosione, conferendogli stabilità, crea habitat naturali di rifugio per gli animali e depura l'aria, l'acqua e il suolo. Il Parco diventa, inoltre, luogo di incontro e integrazione dei cittadini e il fiume può diventare una via alternativa per gli spostamenti in città.

2. I PARCHI FLUVIALI DI TORINO

Torino è un ottimo esempio di come una città si possa attrezzare con parchi fluviali a misura d'uomo, aperti verso la città ed integrati in essa. Il fiume muta decisamente il suo aspetto inserendosi nel nucleo urbano, perché vincolato e stravolto dalla mano dell'uomo. Gli aspetti naturali vengono via via sopraffatti da interventi per la sicurezza degli argini, la fruizione delle sponde, la creazione di energia e la potabilizzazione delle sue acque.

L'area fluviale torinese è un insieme di aree protette istituite per migliorare un ambiente urbanizzato e fornire opportunità di svago ai cittadini pur essendo aree di conservazione della biodiversità e corridoi per la migrazione dell'avifauna. Si tratta di un tessuto antropizzato dove convivono differenti habitat ed eccellenze storico architettoniche, testimonianze della storia che ha legato l'uomo al fiume.

I parchi pubblici che caratterizzano il tratto di fiume in città sono inseriti nel Parco del Po; tra questi vi sono il Parco del Valentino, il Parco Millefonti, il Parco Michelotti, il Parco della Colletta, voluti dal Comune di Torino, il Parco delle Vallere, di proprietà della Regione Piemonte e inserito nell'omonima Area Attrezzata, il Parco di Via Calabria, il Parco dell'Arrivore, il Parco Italia e il Parco Stura Nord.

Ad eccezione del complesso ottocentesco che comprende piazza Vittorio Veneto, i muraglioni dei Murazzi e il Ponte dedicato a Vittorio Emanuele I la parte di città che sorge sul fiume è per lo più recente, lontana dal nucleo storico un tempo rinchiuso nella cittadella rinascimentale

Le rive del fiume, dal Lingotto ai Murazzi, sono piene di imbarchi e locali, ricche di camminamenti, scalinate e percorsi ciclabili, vi sono ancora le società remiere nate nella seconda metà dell'Ottocento e, ai Murazzi, due battelli ormeggiati che fanno servizio di navigazione turistica fino a Moncalieri.

Il Parco del Valentino, che ha un'estensione di 421.000 m²: è uno dei Parchi più antichi e meglio conservati di Torino.

Sorge lungo la riva sinistra del Po, in splendida posizione, non distante dal centro, tra i ponti monumentali Umberto I (corso Vittorio Emanuele II) e Isabella (Corso Dante), e in affaccio sulla collina. Il nucleo iniziale del Parco trae le sue origini dal Castello del Valentino. Venne iniziato nel 1630 su progetto di Carlo Cagnengo di Castellamonte e fu poi proseguito dal figlio Amedeo fino al 1660. Nella seconda metà dell'800, dopo l'abbattimento delle mura della città, voluto da Napoleone, iniziò per Torino una nuova fase urbanistica e un forte aumento della popolazione. Fu proprio in quel periodo che nacque il verde pubblico in senso moderno. Per realizzare un passeggio pubblico nel verde, venne scelta allora la zona intorno al Castello del Valentino. I lavori si avviarono nel 1863-1864, su parziale ridisegno del parco da parte dell'architetto francese Barillet-Deschamps che, ispirandosi ai principi del parco paesaggistico, o "all'inglese", riorganizzò i viali, i boschetti, le valette artificiali del parco inserendovi anche un piccolo galoppatoio e un laghetto, poi prosciugato, che veniva usato d'inverno come "patinoire"

Il nome del parco ha forse origine romana o deriva dal fatto che nel luogo sorgesse in tempi antichi una cappella intitolata a San Valentino. All'interno del Parco, oltre al Castello del Valentino, sede della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, vi si trovano anche il Borgo Medioevale, il Giardino Roccioso, l'Orto Botanico dell'Università degli Studi di Torino, la Fontana dei Dodici Mesi, la Fontana Luminosa, la Palazzina della Promotrice delle Belle Arti, il Villino Caprifoglio (sede Laboratorio di Lettura per bambini), Torino Esposizioni, Quinto padiglione Torino Esposizioni e le società dei canottieri.

Il Borgo Medievale è stato realizzato nella fine dell'800 e oggi vi vengono allestite periodiche mostre. Dello stesso periodo è la fontana del Ceppi o dei Dodici mesi (inaugurata nel 1898), detta dei "Dodici Mesi", grande vasca rococò circondata da statue rappresentanti i dodici mesi dell'anno.

Il Parco ha un notevole patrimonio arboreo e un'interessante avifauna. Oltre ad alberature da fiore ed alcune migliaia di cespugli di rose, vi si trovano circa 1800 alberi ad alto fusto: pioppi, salici, faggi, carpini, aceri, tigli, bagolari, ginkgo biloba, sequoie, platani, pterocarie, olmi e querce tra cui quattro esemplari monumentali. La metà del parco è destinata a prato e durante l'anno si susseguono varie fioriture: bulbose in primavera, stagionali in estate, crisantemi in autunno, fiori adatti al gelo in inverno. Gli uccelli sono soprattutto quelli legati all'ambiente fluviale: aironi cinerini (che proprio sul Po, alla periferia della città dove il fiume è meno antropizzato, hanno costituito una stabile colonia di nidificazione), germani reali e folaghe; rari svassi, gallinelle d'acqua e altre anatre, tra cui in particolare l'alzavola, la moretta, la marzaiola, il fischione e il moriglione. Vi sono anche la sterna comune, o rondine di mare, e gli storni. Nel Borgo Medievale vive una colonia di rondini ormai rarissime città e tra i rapaci vi è il nibbio bruno, ma vi sono anche numerosi esemplari di gabbiani e cornacchie che sono un segnale di alterazione degli equilibri naturali.

3. IL PARCO DEL TORRENTE GRAVINA DI MATERA

Il "Parco Regionale Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano" costituisce uno dei più spettacolari paesaggi rupestri d'Italia, testimonianza dell'antico rapporto tra natura e uomo e, per il suo intimo legame con il torrente Gravina di Matera, rappresenta un raro esempio di parco "fluviale" in area urbana.

All'interno del parco scorrono infatti tre torrenti di cui il più importante, il torrente Gravina di Matera, che prende il nome dall'omonima Gravina, si snoda per più di dieci chilometri nell'abitato di Matera, divenendo parte integrante dell'area metropolitana di questa città.

Il Parco detto anche "delle chiese rupestri" è stato Istituito nel 1990, con provvedimento regionale, dopo un iter che è cominciato dodici anni prima, nel 1978. Occupa una superficie di circa 8.000 ettari tra i comuni di Matera e Montescaglioso ed è situato su di un altopiano la cui quota

varia dai 300 ai 500 m. E' caratterizzato da una roccia tenera, costituita da profondi solchi che disegnano rupi, forre, grotte, gravine utilizzate dall'uomo che vi si è insediato sin dalla preistoria. I profondi canyon che separano gli altopiani sono l'elemento paesaggistico più ricorrente nel territorio del Parco e vengono denominati gravine. Di grande suggestione è la Gravina di Matera, enorme solco calcareo che, con i suoi venti chilometri di lunghezza, nasconde ricchezze naturalistiche e testimonianze storiche di eccezionale valore in un territorio apparentemente desolato. La Gravina di Matera a partire dal 1995 è inclusa nel Sito S.I.C. e Z.P.S. "Gravine di Matera", inserito nella Rete Natura 2000. In particolare la Gravina di Matera è definita un sito di tipo C (codice sito IT 9220135), per il quale la zona proponibile come SIC è all'incirca la ZPS designata. Le biocenosi presenti in questi ambienti risentono molto del dinamismo fluviale che per questo, per la morfologia del tratto tipicamente a "canyon", rappresenta un fattore limitante. Altri fattori che influiscono negativamente sulle componenti biotiche sono la dimensione del corso d'acqua, la sua profondità e la litologia del substrato che influenza sia la morfologia del bacino sia le caratteristiche del fondo dell'alveo e dei suoli circostanti.

Anche la concentrazione di nutrienti ed inquinanti agisce sulla componente biologica, favorendo le specie tolleranti e meno sensibili. La qualità delle acque del torrente Gravina di Matera infatti risente particolarmente dell'apporto idrico proveniente dal torrente Jesce che, nascendo dalla vicina Puglia, raccoglie le acque di un vasto territorio apulo-lucano urbano, industriale, agricolo e zootecnico.

Vista la complessità del territorio nel 2006 il Parco è stato oggetto di uno studio multidisciplinare nell'ambito del Master di II Livello in "Progettazione e gestione di parchi urbani e fluviali nella pianificazione di bacino" organizzato dalle Facoltà di Agraria ed Ingegneria dell'Università degli Studi della Basilicata. Obiettivo dello studio è stato valutare la possibilità di intervenire sull'ambiente acquatico con specifici progetti di risanamento ambientale.

Le formazioni vegetali dei corsi d'acqua in area parco sono azonali, cioè non seguono una precisa zonazione climatica, dipendono invece più da fattori edafici; frequentemente la vegetazione insediata lungo il corso d'acqua presenta una costanza sia lungo il profilo longitudinale che nell'ambito delle regioni biogeografiche. Lungo il torrente sono facilmente riconoscibili alcune macrofite acquatiche come il sedano d'acqua (*Apium nodiflorum*), il crescione d'acqua (*Nasturtium officinale*), la veronica acquatica (*Veronica anagallis-aquatica*), la cannuccia di palude (*Phragmites australis*), la tifa (*Typha latifolia*) e il giunco (*Juncus effusus*). Particolarmente rarefatta e frammentaria è la vegetazione ad alberi e arbusti ripariali composti per lo più da salice bianco (*Salix alba*), sambuco nero (*Sambucus nigra*), tamerice (*Tamarix gallica*) e olivastro (*Olea europea sub. olivaster*). Il torrente Gravina è caratterizzato inoltre da una vegetazione con una densità che va crescendo man mano che diminuisce la pendenza, per diventare poi estesa ed abbondante dove il torrente divaga nei numerosi meandri.

Centinaia sono le specie vegetali rare e rarissime osservabili nei vari itinerari proposti in area parco. Molte specie risultano di entità irradiazione mediterraneo orientale, 61 sono di nuova segnalazione per la flora lucana e ben 36 sono endemiche e sub endemiche. E' stato valutato che ben un sesto delle specie vegetali italiane sia presente a pochi passi dall'abitato di Matera.

Tra le essenze arboree vanno ricordate il leccio (*Quercus ilex*), la roverella (*Quercus pubescens*), il fragno (*Quercus trojana*), il ginepro (*Juniperus communis*), l'acero minore (*Acer monspessulanum*) e l'orniello (*Fraxinus ornus*); tra gli arbusti, tipici della macchia mediterranea, il biancospino (*Crataegus oxycantha*), l'alaterno (*Rhamnus alaternus*), la rosa selvatica (*Rosa canina*), il terebinto (*Pistacia terebinthus*), la fillirea (*Phyllirea latifolia*), il lentisco (*Pistacea lentiscu*), il perastro (*Pyrus pyrastrer*). L'habitat rupestre si dimostra inoltre ideale per alcune specie rare e caratteristiche quali la campanula pugliese (*Campanula versicolor*), l'eliantemo ionico (*Helianthemum leptophyllum*) e la violaciocca minore (*Erysimum pseudorhaeticum*).

Sui bordi della gravina vi sono delle aree a pascolo che si caratterizzano per la presenza diffusa di banchi di roccia affiorante, ambiente adatto a arbusti e piante erbacee (cardi, asfodeli, orchidee di numerose specie) che da sempre, con la loro presenza, hanno contribuito a limitare l'erosione del ridotto manto di terreno superficiale. A tale riguardo un ruolo importante è riservato alle numerose piante officinali presenti fra le quali, per citare quelle più conosciute, il timo (*Thymus*

vulgaris), la salvia (*Salvia officinalis*), il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), l'origano (*Origanum v.*), il capperone (*Capparis spinosa*), la menta (*Mentha piperita officinalis*) e la malva (*Malva sylvestris*). Numerose sono inoltre le specie faunistiche come ad esempio il falco grillaio che è il simbolo dell'Ente Parco ed è oggetto dal 2005 del progetto Life rapaci lucani codice NAT/IT/00009, e numerosi rettili e anfibi censiti nell'ambito del progetto Life Natura IT/99/6279 "ARUPA".

Lungo gli itinerari del parco fluviale è possibile osservare infatti ben sette specie di Anfibi e sedici di Rettili tra cui è stata segnalata la presenza di *taxa* di origine balcanica come il gecko di *Kotschy* (*Cyrtodactylus kotschy*) ed il colubro leopardino (*Elaphe situla*), nonché la testuggine comune (*Testudo hermanni*). Gli habitat presenti sul fondo delle gravine, caratterizzati nei mesi più piovosi dalla presenza di raccolte di acqua temporanea, rappresentano un rifugio ideale per numerose specie di anfibi altrimenti rari, come l'ululone appenninico (*Bombina pachypus*), il tritone crestato meridionale (*Triturus carnifex*), il tritone italico (*Triturus italicus*), la raganella italiana (*Hyla intermedia*) e alcuni rettili quali il cervone (*Elaphe quatuorlineata*), il biacco (*Hierophis viridiflavus*) e la vipera comune (*Vipera aspis*).

Come è immaginabile tutto questo patrimonio faunistico, floristico e rupestre va ulteriormente salvaguardato ed è per questo che obiettivo della Comunità è valorizzare il Parco fluviale di Matera, città candidata a Capitale Europea della Cultura 2019.

Esistono infatti poche realtà al mondo che presentano un parco "fluviale" così ricco di storia, archeologia e natura come quello della Gravina di Matera.

Figura 1 - Particolare dell'area fluviale urbana del Parco Regionale Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano



Fonte: Foto di Mauro Montemurro

BIBLIOGRAFIA

Viaroli et al., 2011. *I parchi fluviali essenziali per ecosistemi ed economia*. *Ecoscienza* 4: 62-63
Limido L. 1997. *The Squares Created by Jean-Pierre Barillet-Deschamps in Turin. A Study Based on the Correspondance Between the French Landscape Architect and the Mayor of the City in the Years Between 1860 and 1864*. *Journal of Garden History*, vol. 17, n° 2, avril-juin 1997, London, Washington DC,.

Politecnico di Torino - Scuola di Specializzazione in storia, analisi e valutazione dei beni architettonici e ambientali/Città di Torino, 1994 «*Il Valentino. Un parco per la Città*». Celid.

<http://www.parcocomurgia.it/>

<http://www.ceamatera.it/>

http://www.naturartebasilicata.it/Il_Parco_della_Murgia_Materana.html

<http://www.matera-basilicata2019.it/>

<http://www.sitiunesco.it/matera-i-sassi.html>

URBANIZZAZIONE IN AREE COSTIERE

F. D'ASCOLA

ISPRA, Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine

ABSTRACT

Le aree litoranee del paese sono da sempre tra le più abitate e sfruttate. Lo sviluppo dell'urbanizzazione costiera ne ha compromesso lunghi tratti, sia nel paesaggio, sia nell'equilibrio naturale, aumentando il rischio di danni a seguito di eventi meteo marini e il fenomeno dell'erosione costiera. L'analisi dell'urbanizzazione costiera misura quanto queste aree siano occupate dalle costruzioni e dalle varie infrastrutture per descriverne il livello di compromissione. Il presente lavoro analizza l'urbanizzazione delle coste italiane, riferendola principalmente ai territori delle aree urbane costiere, definendo il carattere marittimo di queste città e la distribuzione dell'urbanizzazione delle aree più prossime al litorale.

Parole chiave: urbanizzazione, mare, costa, litorale, sprawl, ISTAT, città di mare, carattere costiero, urbanizzazione costiera, centri abitati, nuclei abitati, aree produttive.

1. INTRODUZIONE

Durante la seconda metà del secolo scorso le coste italiane sono state interessate dal processo generale di crescita dell'urbanizzazione in misura maggiore rispetto al resto del paese. Se l'urbanesimo costiero ha origini antiche, gli elementi relativamente recenti collegati al turismo di massa e all'industrializzazione si sono sommati alla crescita delle città ed in molti casi hanno sconvolto l'assetto di queste aree. Da una parte, infatti, la popolazione delle città costiere è cresciuta maggiormente rispetto a quella di altre aree del paese, dall'altra le coste comprendono aree geografiche di ampiezza limitata ed in continuo mutamento a causa dell'azione del mare. Per questi motivi, negli ultimi decenni sta aumentando l'attenzione sia sugli ulteriori sviluppi socio-economici, sia sui processi di degrado ambientale.

L'urbanesimo italiano è nato in prossimità delle coste, la posizione e l'orografia della penisola favorirono fin dall'antichità lo scambio e la difesa/conservazione dei possibili surplus di risorse, condizioni che determinarono l'aggregazione umana e la nascita delle città. Tra i primi insediamenti stabili della penisola si trovano quelli prospicienti il mare e quelli in comunicazione diretta con la costa.

L'urbanizzazione costiera ha delle caratteristiche peculiari, infatti ne fanno parte i centri abitati e gli assi delle infrastrutture di comunicazione stradali e ferroviarie, ma ne fanno parte anche le importanti e spesso estese aree portuali. A questi elementi si aggiungono le aree nate a seguito dello sviluppo del turismo di massa, con grandi superfici occupate dalla "città diffusa" costituita per lo più da case per vacanze o da nuclei abitativi e funzionali quali villaggi-vacanza, lidi, camping e strutture annesse. Infine, la presenza del mare ha favorito l'istallazione di vaste aree dedicate alle attività produttive, come ad esempio i cantieri navali, e di grandi complessi industriali, per la facilità di approvigionamento delle materie prime e di movimentazione dei prodotti finiti e per la possibilità di utilizzare il mare stesso per l'eventuale raffreddamento degli impianti.

Analizzare lo stato dell'urbanizzazione delle aree urbane costiere significa identificare le città marittime tra le 60 città del Focus, quindi misurare l'occupazione delle aree abitative, delle infrastrutture di trasporto, turistiche e industriali, per descrivere quanto l'urbanesimo impatti sul litorale delle aree urbane.

2. LE CITTÀ COSTIERE E I DIVERSI LIVELLI DI ANALISI

Dell'insieme complessivo delle 60 città prese in considerazione nel presente Focus, 26 possono definirsi "città costiere", in quanto i territori delle amministrazioni comunali si affacciano sul mare; più precisamente, 21 di queste possono essere definite "città di mare" a tutti gli effetti, in quanto i centri urbani di Catanzaro, Latina, Ravenna, Roma e Sassari si trovano a diversi chilometri di distanza dalla costa. Le 26 città costiere identificate sono circa un terzo dell'intero gruppo preso in considerazione nel Focus, ma con quasi otto milioni di abitanti ne sommano più della metà della popolazione residente, dando una prima misura dell'alta densità abitativa che si raggiunge lungo le coste. Oggi, infatti, la densità di popolazione lungo le coste italiane è in misura più che doppia rispetto alla media nazionale. Dai dati ISTAT emerge che il 30% della popolazione italiana vive stabilmente nei 660 comuni costieri, ossia su un territorio di 43.000 km², pari a circa il 13% del territorio nazionale. A questi dati vanno aggiunti i flussi dei lavoratori pendolari verso le città costiere ed i flussi turistici stagionali legati alla balneazione.

Anche a seguito dell'alta densità abitativa, l'occupazione del suolo in aree costiere è più elevata rispetto al resto del territorio nazionale; dall'analisi dei dati del Corine Land Cover, aggiornati al 2006, è emerso che il territorio occupato da strutture urbane nella fascia di 10 km dalla riva è pari al 9,2%, mentre nel resto del territorio nazionale è del 5,8%. Questi dati crescono ulteriormente nelle aree urbane, dove si concentrano le funzioni abitative, produttive e parte di quelle ricettive e turistiche. Anche il trend 2000 - 2006 ha registrato in generale, nei paesi europei, un incremento relativo del 5% nell'area entro i 10 km dalla riva, dato confermato per la fascia dei comuni costieri italiani (+4,6%).

L'occupazione del suolo nelle aree urbane costiere negli ultimi decenni ha risentito, infine, del fenomeno dello sprawl urbano, la tendenza delle aree urbane a non raggruppare nuove abitazioni e attività intorno a dei centri funzionali, ma a costruire una "città diffusa" che va ad occupare tutta la fascia territoriale intorno alle città storiche.

L'analisi della copertura del territorio spesso deriva dalla foto-interpretazione di immagini satellitari o aeree; le elaborazioni prodotte sono adatte a descrivere il fenomeno soprattutto a livello nazionale e regionale.

Per la descrizione del fenomeno a livello delle aree urbane si è fatto riferimento alla copertura digitale elaborata da ISTAT sul tema delle sezioni censuarie. Gli elementi digitalizzati che rappresentano le sezioni possono essere estesi per decine di ettari, ove il territorio non è urbanizzato, infittendosi fino a raggiungere le dimensioni di un isolato nel caso di tessuto urbano. La caratterizzazione delle sezioni censuarie è adatta ad individuare e valutare le aree urbanizzate, senza limitarsi alla misurazione della copertura del suolo. Anche le aree di verde pubblico urbano, ad esempio, sono normalmente caratterizzate come parte del territorio urbano che le circonda.

Il territorio delle amministrazioni comunali, ha costituito il riferimento per l'analisi dell'urbanizzazione delle aree urbane. Per la maggior parte delle 26 città costiere, il territorio comunale comprende le aree funzionalmente collegate con la città, le aree entro cui si svolge il grosso degli spostamenti giornalieri per lavoro, svago, ecc..

Alcune delle aree urbane delle città più grandi superano il limite comunale, in particolare, Napoli comprende un'area urbana che si allarga oltre l'intera provincia. Lo stesso può dirsi nel caso di alcune città più piccole ma con un territorio comunale poco esteso, come nei casi di Cagliari e Pescara.

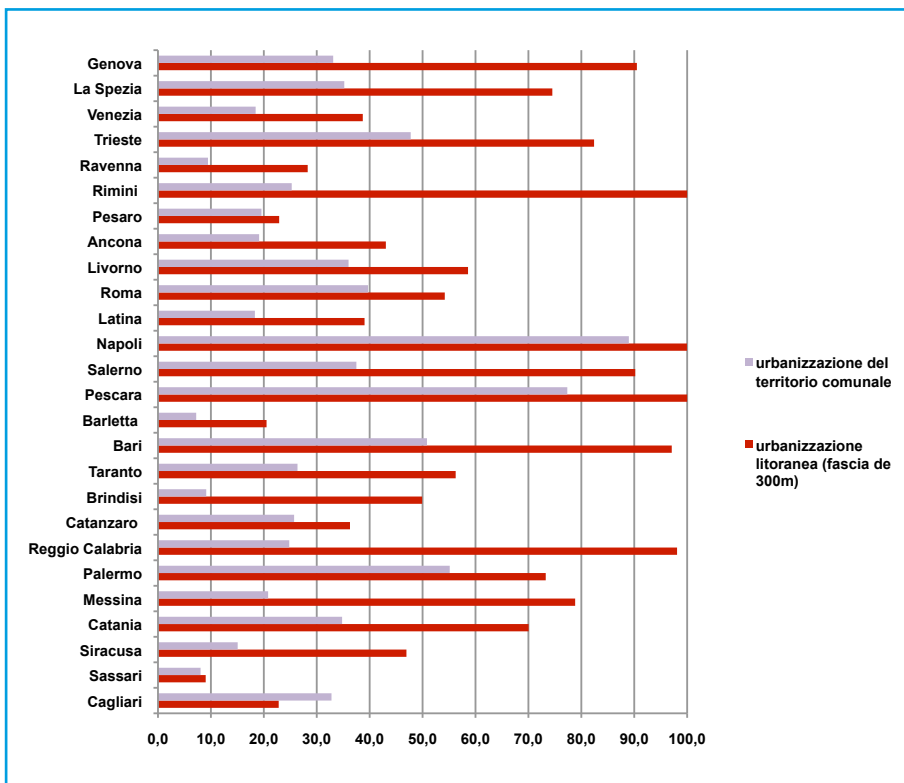
Oltre al livello di analisi nazionale e regionale, ed a quello legato alle intere aree urbane, si può prendere in considerazione un livello di analisi strettamente litoraneo, che focalizza l'attenzione sulla fascia più propriamente costiera, quella delle aree comprese entro 300 metri dalla battigia. Queste aree più prossime al mare sono le più vulnerabili ai fattori di rischio meteo-marino ma sono anche quelle in cui si svolgono la maggior parte delle attività turistiche e produttive legate al mare, ed infine, per il loro valore paesaggistico, sono le aree più ambite per la costruzione di case vacanze e villaggi turistici. Per questi motivi, le aree comprese nei 300 m dalla battigia sono quelle che la normativa annovera tra i beni territoriali da tutelare.

3. L'URBANIZZAZIONE DELLE CITTÀ COSTIERE

Una prima misura dell'urbanizzazione delle città costiere può essere rappresentata dal rapporto tra le superfici definite "urbanizzate" nelle coperture ISTAT e le superfici totali dei territori comunali di ciascuna città. Questo valore è del 26% se riferito all'intero gruppo delle città costiere, come mostrato in Tabella 1. I valori di urbanizzazione riferiti alle singole città si discostano molto dalla media, come mostrato nella Figura 1, dove i valori estremi sono rappresentati dal 90% di copertura di Napoli fino ai valori di Barletta, Sassari, Brindisi e Ravenna (7-9%), di un ordine di grandezza inferiori a quello di Napoli e inferiori anche alla media nazionale rapportata a tutti i 660 comuni costieri, ovvero circa l'11%.

La maggior parte delle città costiere, 15 su 26, fanno rilevare un'urbanizzazione compresa tra il 18% e il 38%. L'urbanizzazione strettamente litoranea, quella che riguarda le aree tutelate entro i 300 m dalla battigia, è il rapporto tra le superfici urbanizzate che si trovano entro 300 m dalla riva e l'insieme complessivo delle superfici comunali comprese nella stessa fascia territoriale. Dalla Tabella 1 si rileva innanzi tutto come il valore medio di questo tipo di urbanizzazione sia del 54%, circa il doppio dell'urbanizzazione media delle aree urbane, mostrando quanto le aree più vicine alla riva risultano più interessate ai fenomeni di urbanizzazione rispetto alle altre aree comunali. I valori di urbanizzazione litoranea superano il 70% per 12 delle 26 città, arrivando alla saturazione per i comuni di Rimini, Napoli, Pescara, Bari e Reggio Calabria. Tra le città che registrano valori relativamente bassi di urbanizzazione litoranea c'è di nuovo Sassari, con un valore del 9%, mentre altre città che registrano un valore contenuto sono Barletta, Cagliari, Pesaro e Ravenna, con valori inferiori anche alla media nazionale dell'urbanizzazione litoranea riferita a tutti i 660 comuni costieri e pari al 36%. Le città costiere che non si possono definire "città di mare", perché il loro centro urbano non si trova sulle costa, si trovano tra le città con un'urbanizzazione litoranea bas-

Figura 1 - Urbanizzazione delle città costiere



sa (Ravenna e Sassari), mentre Catanzaro (36%), Latina (39%) e Roma (54%), pur registrando un'urbanizzazione litoranea inferiore alla media delle città costiere, fanno comunque registrare un dato maggiore della media nazionale, a dimostrazione dell'espansione verso il mare di quartieri e sobborghi marini, spesso sviluppati intorno alle funzioni turistico-balneari.

La distribuzione sul territorio nazionale delle città a maggior valore di urbanizzazione comunale o litoranea risulta abbastanza omogenea, dal nord al sud della penisola si trovano sia città dai territori molto urbanizzati, sia città con territori meno compromessi.

La maggior parte delle città costiere segue l'andamento nazionale del rapporto tra urbanizzazione comunale e urbanizzazione litoranea: città quali La Spezia, Ancona, Taranto o Catania possiedono una fascia litoranea che in proporzione è urbanizzata il doppio di quanto lo è l'intero territorio comunale. Anche città con valori di urbanizzazione molto diversi tra loro possono mantenere questo rapporto, come nel caso di Barletta, che registra valori di urbanizzazione relativamente bassi, rispetto alla vicina Bari, che registra invece un territorio ad altissima densità di costruito. Alcune città, come Napoli e Pescara, hanno un territorio comunale quasi completamente urbanizzato e quindi registrano valori di urbanizzazione litoranea e comunale entrambi prossimi alla saturazione. Per altre città, come Rimini e Reggio Calabria, si riscontra quanto la direttrice di sviluppo dell'urbanizzazione sia stata proprio la fascia costiera; esse infatti realizzano un'urbanizzazione comunale inferiore alla media nazionale per la presenza di ampie fasce di territorio collinare poco abitato, mentre i litorali sono ormai completamente urbanizzati. Da notare, infine, il caso singolare di Cagliari, che a causa delle vaste aree non costruite attorno allo Stagno di Santa Gilla, è l'unica città a registrare un'urbanizzazione litoranea talmente limitata da risultare inferiore all'urbanizzazione comunale.

4. IL CARATTERE MARITTIMO DELLE AREE URBANE E LA DISTRIBUZIONE DELL'URBANIZZAZIONE LITORANEA

I dati sull'urbanizzazione delle città costiere finora presentati non tengono conto del carattere marittimo delle città, di quanto esse siano in effetti costruite nei pressi del mare. Ad esempio, la città di Roma è la città costiera più popolosa e più estesa del paese, ma mentre Genova o Palermo sono grandi città di mare, Roma non lo è, per quanto il suo territorio comunale si affacci sulla costa.

Per l'analisi dell'urbanizzazione delle aree urbane è utile una misura del carattere marittimo di una città, di quanto il suo tessuto urbano sia nelle dirette prossimità del mare. Questa misura può essere ottenuta rapportando, per ognuna delle città costiere, la superficie urbanizzata litoranea, quella cioè compresa nei 300 m dalla battigia, con l'intera superficie urbanizzata comunale.

Come riportato in Tabella 1, questo rapporto per Roma vale appena lo 0,6%, mentre per la città forse più "marittima" del mondo, Venezia, anche comprendendo Mestre e l'area industriale di Porto Marghera, il valore è del 30%, un valore cinquanta volte superiore. Il carattere di unicità di Venezia dimostra come la posizione di una città possa definire l'incidenza della sua urbanizzazione litoranea, ovvero il suo carattere marittimo. Altre città con un'alta incidenza dell'urbanizzazione litoranea presentano una particolare conformazione del territorio: Messina occupa l'estrema propaggine della penisola del Peloro; Siracusa ha il suo centro sull'isola di Ortigia; La Spezia, Taranto e Brindisi occupano le aree intorno a delle insenature naturali.

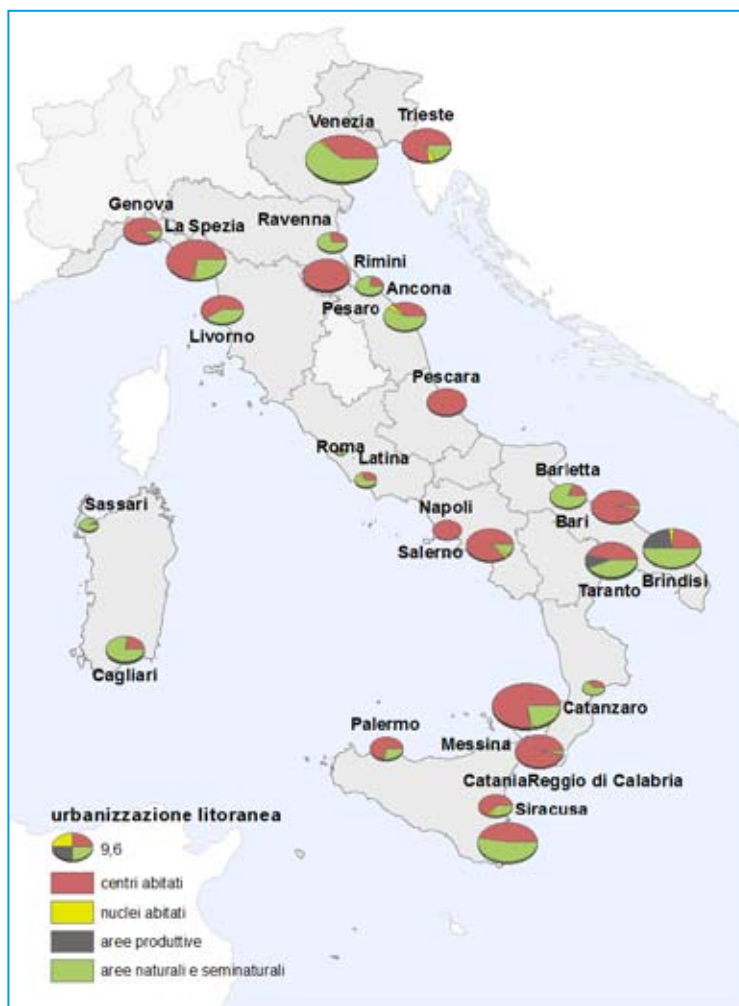
Una buona parte delle città costiere considerate registra un valore compreso tra la media dell'8% ed il valore del 13%, mentre le città che non hanno il centro storico sul mare sono tra quelle che registrano i valori minori.

Alcune città che presentano un'alta urbanizzazione del litorale, presentano invece un carattere marittimo inferiore alla media, come ad esempio Napoli, Pescara o Palermo, in conseguenza del fatto che si tratta di aree urbane dal territorio comunale completamente urbanizzato. Al contrario, alcune città, pur non avendo una conformazione orografica del territorio che favorisca

particolarmente lo sviluppo costiero rispetto a quello delle rimanenti aree del comune, rilevano un carattere marittimo più alto della media, denotando una direttrice privilegiata verso l'occupazione delle aree litoranee, anche in funzione turistico ricreativa, come nei casi di Bari o Salerno, o produttiva, come nei casi di Trieste, Ancona, Livorno.

La Figura 2 mostra la distribuzione dell'urbanizzazione nella fascia dei 300 m delle 26 città costiere prese in esame. La dimensione di ogni grafo a torta è proporzionale al carattere costiero della città, mentre la ripartizione è derivata dal tipo di urbanizzazione, secondo la caratterizzazione delle coperture ISTAT. Le aree urbanizzate sono distinte in "centri abitati" e "nuclei abitati", dove i secondi rappresentano quegli agglomerati abitativi isolati, distanti almeno 70 m da un centro abitato, in cui la mancanza di servizi o esercizi pubblici e di luoghi di aggregazione sociale impedisce una forma autonoma di vita sociale. Sono definite "aree naturali e seminaturali" le aree a basso impatto antropico, ovvero il territorio occupato principalmente dagli habitat naturali o destinato alle pratiche agricole. Infine, sono state definite le "aree produttive", ovvero le aree scollegate dai centri abitati e destinate esclusivamente alle funzioni industriali e commerciali.

Figura 2 - La distribuzione dell'urbanizzazione litoranea



Va notato che spesso la classificazione ISTAT associa alla definizione "centri abitati" anche entità urbanistiche esclusivamente residenziali o produttive. Le grandi aree industriali di Taranto e Brindisi, che sono prossime ma leggermente discoste dai centri abitati, sono distinte da questi, mentre altre grandi aree industriali e cantieristiche delle città di Venezia, Genova, Trieste o Livorno, sono definite "centri abitati" perché comprese o contigue a questi.

Allo stesso modo, i nuclei abitati valgono in media solo l'1% dell'urbanizzazione totale litoranea delle 26 aree urbane, meno di un terzo del valore nazionale, e sono rilevati solo per alcune aree urbane, questo a causa del fatto che in prossimità delle città costiere i nuclei abitati quali villaggi turistici, gruppi di seconde case, ecc... sono associati allo sprawl delle periferie dei centri abitati.

La distribuzione delle città a maggior carattere marittimo rispetto al territorio nazionale mostra un addensamento in due aree del paese, al nord ed al sud. Nelle aree del nord si rilevano le aree urbane ricche di insediamenti produttivi integrati nel tessuto urbano e prospicienti il mare, con Genova, La Spezia, Livorno, e Trieste, e con la città di Venezia, che a questi importanti insediamenti associa anche le vaste aree seminaturali e naturali della Laguna.

Al sud, l'urbanizzazione litoranea ha una forte incidenza in Puglia, dove per Taranto e Brindisi essa risente dei grandi complessi industriali prossimi alle città, e lungo il cosiddetto Arco Etno, tra Reggio Calabria e Siracusa, città che si sviluppano sul mare sia per ragioni orografiche che di sviluppo turistico balneare.

Le città della costa adriatica tra Rimini e Pescara registrano valori del carattere marittimo vicino alla media, questo perché la quasi completa saturazione della fascia litoranea disponibile ha ormai interessato anche il resto del territorio, come nei casi di Rimini e Pescara, mentre l'urbanizzazione litoranea è stata limitata per la presenza di rilievi che digradano in mare a Pesaro e Ancona, oppure dal fatto che il centro cittadino non si trova direttamente sulla costa, a Ravenna. La costa tirrenica della penisola e la Sardegna presentano città dai caratteri marittimi limitati, soprattutto per il fatto che alcune di queste città non si trovano direttamente sulla costa, mentre un discorso a parte va fatto per Napoli, che riscontra un carattere marittimo limitato per la saturazione di tutto il territorio comunale oltre che del litorale.

In effetti, Napoli, la più grande città di mare italiana, negli ultimi decenni si è sviluppata soprattutto nell'entroterra, andando a comprendere un agglomerato molto vasto ma sempre meno legato al mare; la misura del carattere marittimo della città è in linea con questo fenomeno.

5. CONCLUSIONI

L'urbanizzazione del litorale in molte delle aree urbane italiane raggiunge la quasi completa saturazione. I territori costieri sono interessati dalla presenza di centri abitati, di infrastrutture portuali-viarie e manifatturiero-industriali, dell'urbanizzazione diffusa legata alle attività turistico-ricreative ed alle seconde case.

Si tratta di uno sfruttamento del territorio costiero che non ha paragone con il passato e che per lunghi tratti ne ha compromesso le condizioni naturali.

Le aree urbane sono state tra le prime a veder scomparire gli habitat marino-costieri e a veder stravolti i naturali fenomeni evolutivi, diventando vulnerabili alla minaccia degli eventi meteo marini eccezionali ed al fenomeno dell'erosione costiera.

Tabella 1 - Misure di urbanizzazione e carattere marittimo delle città costiere

| città costiere | strutture portuali | urbanizzazione comunale | urbanizzazione litoranea (fascia dei 300m) | carattere marittimo |
|-----------------|--------------------|-------------------------|--|---------------------|
| | | | % | |
| Genova | √ | 33,1 | 90,5 | 8,5 |
| La Spezia | √ | 35,2 | 74,5 | 20,5 |
| Venezia | √ | 18,5 | 38,7 | 30,0 |
| Trieste | √ | 47,8 | 82,4 | 13,9 |
| Ravenna | √ | 9,4 | 28,3 | 4,9 |
| Rimini | √ | 25,3 | 100,0 | 12,9 |
| Pesaro | √ | 19,6 | 22,9 | 4,7 |
| Ancona | √ | 19,1 | 43,1 | 10,4 |
| Livorno | √ | 36,0 | 58,6 | 10,3 |
| Roma | √ | 39,7 | 54,2 | 0,6 |
| Latina | - | 18,3 | 39,0 | 3,0 |
| Napoli | √ | 89,0 | 100,0 | 4,6 |
| Salerno | √ | 37,5 | 90,2 | 12,8 |
| Pescara | √ | 77,3 | 100,0 | 8,8 |
| Barletta | √ | 7,2 | 20,5 | 7,9 |
| Bari | √ | 50,8 | 97,1 | 13,1 |
| Taranto | √ | 26,4 | 56,3 | 15,7 |
| Brindisi | √ | 9,1 | 49,9 | 19,1 |
| Catanzaro | - | 25,7 | 36,3 | 2,7 |
| Reggio Calabria | √ | 24,8 | 98,1 | 13,5 |
| Palermo | √ | 55,1 | 73,3 | 6,6 |
| Messina | √ | 20,8 | 78,8 | 26,4 |
| Catania | √ | 34,8 | 70,0 | 6,5 |
| Siracusa | √ | 15,1 | 46,9 | 20,2 |
| Sassari | - | 8,0 | 9,0 | 2,2 |
| Cagliari | √ | 32,8 | 22,8 | 8,3 |
| media | - | 26,4 | 54,2 | 8,00 |

Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ISTAT 2011

BIBLIOGRAFIA

ISTAT - Progetto CENSUS 2000, aggiornamento 2011
 EEA, Report The European Environment – State and outlook 2010
 D.Lgs. 42/2004 e s.m.i

LA RIQUALIFICAZIONE DEL WATERFRONT URBANO IN ITALIA: ANALISI E PROGETTI

M. FATICANTI, S. VENTURELLI¹

¹ ISPRA, Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale e Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine

ABSTRACT

La città ha avuto da sempre un forte e complesso legame con l'acqua: *"Esistono città sul fiume - Parigi, Londra, Roma, mille altre, -, e sul mare - Napoli, Odessa, o Tokio -, e sul lago - Costanza o Chicago -, città sul lago e sul fiume - Ginevra -, città su Lagune - Amsterdam, Venezia -. Esistono città che non hanno né fiumi, né mare, né lago, né laguna. Ma nessuna città manca di rapporto, magari segreto, con l'acqua"* (Paolo Sica, urbanista).

Tra le relazioni più difficili c'è sicuramente il rapporto tra la città e il suo waterfront.

L'articolo dopo aver affrontato le problematiche generali inerenti la riqualificazione funzionale ed ambientale dei waterfront, cerca di dare una sintetica ma quanto più esaustiva casistica di interventi realizzati o in fase di realizzazione nazionali ed internazionali, mettendo in luce come negli anni è cambiato l'approccio concettuale di rigenerazione passando dall'importanza del singolo intervento alla centralità della pianificazione strategica delle opere. In particolare: *"l'effetto "rigenerativo" di una particolare area urbana costiera è dato dall'insieme delle azioni tra loro sinergiche e non dai singoli interventi architettonici o infrastrutturali . Ogni processo di rinnovamento urbano non può limitarsi alla riqualificazione fisica ma deve essere coadiuvato da una parallela rigenerazione sociale ed economica"* (Barbarossa, 2010).

Parole chiave: waterfront urbano - fronte urbano, pianificazione strategica, riqualificazione porto - città, riverfront.

1. GLI SVILUPPI DELLA RIQUALIFICAZIONE

Il waterfront rappresenta il fronte urbano sull'acqua ossia l'insieme degli spazi condivisi tra la città, il porto ed il mare. La riqualificazione del waterfront urbano è diventato un tema di grande attualità in questi anni e rappresenta una delle sfide più importanti che le amministrazioni delle città affacciate sul mare, siano esse piccole o grandi, sono chiamate ad affrontare. In grandi città portuali europee, come ad esempio Barcellona o Marsiglia, programmi di rinnovamento urbano hanno decentrato quelle attività portuali divenute incompatibili con il tessuto urbano favorendo sia il recupero degli aspetti urbanistici ed architettonici sia la rivitalizzazione delle aree del waterfront tramite l'insediamento di attività culturali, economiche e produttive.

L'obiettivo della riqualificazione del waterfront è di trasformare la separazione fra porto e città in un rapporto di integrazione e di condivisione di spazi, creando una migliore armonia ed un migliore equilibrio tra gli spazi portuali e gli spazi urbani.

Da un lato, il trasferimento di attività portuali al fuori del tessuto urbano può portare vantaggi in termini di miglior funzionalità dei collegamenti e quindi di fluidità del trasporto e del traffico delle merci; infatti, il buon funzionamento delle attività portuali richiede soprattutto un'autonomia funzionale ossia infrastrutture moderne e collegamenti efficienti con la rete ferroviaria e stradale che evitino di sovrapporre il traffico legato alle attività del porto al traffico urbano.

Dall'altro, la trasformazione di aree dismesse, spesso in stato di degrado, comporta inevitabilmente un miglioramento della qualità del contesto urbano. Le aree urbane recuperano l'accessibilità e la fruibilità ad uso dei cittadini di spazi a diretto contatto con l'acqua prima preclusi perché occupati da attività portuali e recuperano, al tempo stesso, le relazioni visive (quali la vista e l'affaccio sul mare) riappropriandosi della loro identità di città marinare. Inoltre, i processi di riconversione del waterfront possono rappresentare un volano di espansione dell'economia cittadina e regionale in quanto vengono favorite opportunità di occupazione, di investimento e di sviluppo di un indotto economico laddove siano previsti interventi di realizzazione di strutture ricettive, nuovi spazi residenziali o di attività commerciali, culturali e di intrattenimento.

Le dinamiche di sviluppo dei centri urbani interessati da progetti di riqualificazione del waterfront rappresentano un moderno indirizzo della moderna politica urbanistica ispirata al principio dell'utilizzo intensivo, limitato e nel contempo sostenibile del territorio. Infatti, la ricostruzione e ristrutturazione di strutture già edificate ma sotto utilizzate o dismesse comporta un consumo di suolo molto limitato se non addirittura nullo.

Inoltre, i progetti di riqualificazione sono spesso orientati verso criteri di sostenibilità ambientale che prevedono l'uso di energie rinnovabili e sistemi atti alla riduzione di consumi energetici e delle dispersioni termiche. Particolare attenzione viene dedicata anche alla mobilità nelle aree riqualificate dove sono spesso previsti spazi pubblici pedonalizzati o aree ciclabili.

Il processo di riqualificazione precede una forte sinergia di intenti e la disponibilità di risorse economiche. Già la legge 84/94 prevede all'articolo 5 che l'approvazione del Piano Regolatore Portuale adottato dal comitato portuale venga trasmesso al comune o ai comuni interessati per l'espressione dell'intesa. L'intento del legislatore è quello di limitare i conflitti in fase di programmazione urbana e portuale favorendo altresì un momento di confronto fra i vari strumenti pianificatori al fine di creare una continuità fra le impostazioni del Piano Regolatore Urbano e del Piano Regolatore Portuale in un ideale comune piano strutturale.

Durante i lavori dell'VIII Commissione Permanente (Lavori Pubblici, Comunicazioni), sono stati discussi alcuni emendamenti al nuovo testo di riforma della legge 84/94. Alcuni degli emendamenti proposti prevedono che l'approvazione del Piano Regolatore Portuale sia soggetta alla procedura di VAS e non più di VIA, secondo quanto previsto dal testo unico sull'ambiente, d. lgs 152/2006 e successive modifiche. Così facendo, la procedura VAS garantirebbe anche un maggior coinvolgimento delle parti interessate (cittadini, comitati, ecc.) ai processi decisionali sull'uso degli spazi portuali. Inoltre, gli emendamenti proposti in Commissione ribadiscono che "Le previsioni del piano regolatore portuale non possono contrastare con gli strumenti urbanistici vigenti".

In Italia i processi di riqualificazione del waterfront procedono spesso a rilento per la mancanza di strategie e spesso di risorse reali o più semplicemente perché se in altri paesi i processi di recupero insistono su aree dismesse in Italia spesso la permanenza di attività portuali ancora in funzione porta ad inevitabili complicazioni. Inoltre, la crisi economica di questi ultimi anni ha contribuito a rallentare la crescita e lo sviluppo anche in questo campo. Negli anni passati, il processo di trasformazione dei waterfront è stato reso possibile dai finanziamenti dovuti allo svolgersi di eventi di grande risonanza mediatica. Il tessuto urbano e la linea di costa di Barcellona sono stati completamente trasformati in occasione quali le Olimpiadi di Barcellona del 1992; in particolare il Porto Vecchio è stato convertito da zona portuale commerciale obsoleta a porto cittadino integrato nel cuore di Barcellona dove adesso trova spazio un gran ventaglio differenziato di offerte culturali, sportive, di commercio e di ozio. La conseguente crescita turistica è incrementata in maniera consistente rendendo il Porto di Barcellona uno degli scali più importanti nel Mediterraneo per il turismo crocieristico. Analogamente la città di Genova ha beneficiato dello svolgimento di grandi eventi quali l'Expo del 1992 e il G8 del 2001 che hanno permesso il completo restyling della zona portuale. Ciononostante, se alcuni progetti hanno visto la loro conclusione altri sono in fase di realizzazione. Comune denominatore dei vari progetti è la creazione di società partecipate direttamente dalle Autorità Portuali e da altri enti pubblici (comuni o regioni) a cui competono la programmazione e l'effettiva gestione del processo di trasformazione delle aree portuali, rappresentando gli interessi sia delle amministrazioni portuali che della città. Esempi in tal senso sono la Società Porto Antico di Genova (per il 51% del Comune di Genova, per il 39% della Camera

di Commercio e per il restante 10% dell'Autorità Portuale di Genova) e la Società Nausicaa a Napoli (a capitale interamente pubblico, costituita da Autorità Portuale di Napoli, Comune di Napoli e Regione Campania). In altri casi, sono le Autorità Portuali che direttamente esprimono parere favorevole a concessioni demaniali a società incaricate di sviluppare progetti di recupero e riqualificazione. Rispetto ai progetti degli anni '90 in cui il waterfront era stato ridisegnato con finalità solo turistiche, commerciali o culturali, i progetti di oggi prevedono anche nuove destinazione d'uso per strutture residenziali, sportive o per il terziario, in modo da creare quartieri ad uso composito in cui si possa abitare, lavorare e divertirsi. Di seguito, viene riportata una breve panoramica dei più importanti interventi per il recupero di waterfront realizzati o in corso di realizzazione in alcune realtà italiane.

2. ESEMPI DI BUONE PRATICHE E CRITICITÀ PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA

Come detto in precedenza, il rapporto tra la città e il "fronte d'acqua" è cambiato nel corso tempo. Esiste una numerosa letteratura in materia di riqualificazione dei waterfront; di seguito si riportano alcuni dei progetti più significativi internazionali e nazionali realizzati o in corso di realizzazione che possono essere presi come esempi.

La prima concezione della riqualificazione è partita dalle esperienze statunitensi degli anni '60, che avevano nella visione puntuale degli interventi il loro punto di forza. Infatti, i primi progetti di riqualificazione dei waterfront urbani sono stati caratterizzati da operazioni circoscritte esclusivamente al recupero di alcune aree del tessuto urbano lungo i "margini d'acqua", attraverso iniziative di conservazione del patrimonio storico, creazione di nuovi mercati immobiliari con investimenti privati e attraverso la creazione di spazi sociali per scopi commerciali e culturali. Rientra in tale ambito il concetto di "festival marketplace" utilizzato da James Rouse come strumento strategico di rivitalizzazione di parti della città mediante la riconversione di vecchie aree industriali o zone portuali degradate in veri e propri centri commerciali urbani caratterizzati dalla presenza di ristoranti, negozi, mercati all'aperto, attività turistiche - culturali e forme di intrattenimento di vario genere.

I primi esempi di questa modalità di trasformazione dello spazio urbano sono certamente il Faneuil Hall Market Place e l'adiacente Quincy Market nell'area down town del waterfront di **Boston**, che sono diventati dei punti di riferimento con il loro nuovo modo di pensare gli spazi. Altri esempi sono il progetto di Ghirardelli Square nella Baia di **San Francisco** nel 1965, il recupero di South Street Seaport sull'East River di **New York** e l'esperienza di Inner Harbor di **Baltimore**. Questa ultima riconosciuta a livello internazionale sia per la sua complessità ed estensione (gli interventi comprendono sia le aree degradate del centro cittadino che il porto), che per gli esiti positivi ottenuti dalla trasformazione sullo sviluppo economico che ha portato un enorme rilancio della città. Le esperienze acquisite con la ristrutturazione di vecchi magazzini nelle aree portuali come i Docklands di Londra, o quelli di Baltimore, Seattle, San Francisco, New York o Marsiglia, sono esempi utili a capire le motivazioni che hanno portato i progettisti ad orientarsi verso strategie volte alla costruzione di strutture che attirassero persone interessate a usufruire di servizi, divertimenti e attività correlate al porto. Il progetto di riqualificazione del porto doveva essere valutato in funzione di un miglioramento qualitativo delle relazioni tra la città, il porto, e i suoi abitanti.

Negli anni 80/90 si passa ad un concetto di riqualificazione più ampio dove acquistano un ruolo principale i "grandi eventi" sportivi e culturali visti come un fattore strategico di sviluppo per l'intera città. Le esperienze più significative si hanno in Europa dove si inizia a sentire la necessità di inserire gli interventi di trasformazione delle aree nelle politiche generali di programmazione degli interventi urbani, con finanziamenti non più esclusivamente di carattere privato ma anche pubblici. Barcellona, Valencia, Genova e Atene¹ ne sono importanti esempi.

1 Giochi olimpici del 2004.

Barcelona ha avuto un processo di rinnovamento urbano avviato a partire dagli anni '80 e culminato con l'occasione dei Giochi Olimpici del 1992. Una parte importante della strategia globale di rilancio della città si è basata sulla completa trasformazione del vecchio litorale deindustrializzato, che ha portato alla realizzazione di un nuovo lungomare e di un nuovo porto turistico direttamente collegato con il vecchio quartiere della Barceloneta, anch'esso completamente rinnovato dopo i lavori per le Olimpiadi. Anche la ben più centrale area del Port Vell, il Vecchio Porto, proprio davanti alla Rambla, ha subito un profondo processo di riconversione durante i lavori per le Olimpiadi diventando oggi, da luogo di marinai e mercati di pesce, uno dei luoghi più vivi e frequentati della città. Gli antichi arsenali medievali, le "Drassanes Reials", ospitano oggi il "Museu Maritim de Barcelona", testimonianza dello splendore del commercio marittimo e della marina catalana nel Medioevo, mentre la zona più moderna inizia con il "Maremagnum, centro commerciale sull'acqua collegato alla Rambla con un ponte levatoio, integrato con una zona ludica che comprende un cinema e uno degli acquari più grandi d'Europa (l'Aquàrium).

Figura 1 - Barcellona. La "Rambla de Mar"



<http://www.flickr.com/photos/anneliez/4511170774/>

Anche **Valencia** ha sfruttato l'opportunità di un grande evento, la XXXII America's Cup, per attuare una vera e propria metamorfosi delle sue rive fluviali e della Darsena interna all'area portuale. In particolare:

- lungo l'originario alveo del fiume Turia, deviato per le continue esondazioni che interessavano le aree urbanizzate, sono state attuate azioni di riqualificazione ad alto valore simbolico e culturale; in un grande corridoio verde lungo 8 km, connessione tra l'entroterra e il litorale, che attraversa il centro storico per arrivare fino al mare, è stato localizzato il complesso della "Ciudad de las Artes y las Ciencias", realizzato a partire dal 1991 e comprendente l'"Hemisferic", il Museo delle Scienze "Principe Filipe", il Museo Oceanografico e il Palazzo delle Arti "Reina Sofia". Si ricorda anche l'intervento "Lione Lyon Confluence" che riguarda la parte sud della penisola formata dalla confluenza dei due fiumi della città. L'area, di 150 ettari, un tempo area industriale, ospiterà residenze, uffici pubblici e privati e attività culturali e ludiche. 25.000 persone tra residenti e addetti (www.lyon-confluence.fr).

- sul waterfront sono stati realizzati interventi di rinnovamento e ampliamento dell'area portuale con il progetto "Balcon al Mar", il recupero di quartieri degradati e la bonifica di alcune aree industriali dismesse, creando aree di interesse e di attrazione che restituiscono un'immagine rinnovata al centro urbano.

Le "Colombiadi" del 1992 a **Genova** hanno consentito il recupero del porto antico a partire da un progetto avviato fin dalla metà degli anni '80 ad opera di Renzo Piano. In particolare, il vecchio porto commerciale (porto antico) e le attività ad esso collegate sono state decentrate a ponente, a Voltri, permettendo la trasformazione del porto storico da area a uso portuale a zona urbana². Il processo di riqualificazione ha spostato verso mare il baricentro della città, portando nel corso degli anni '90 alla realizzazione di una vasta area dove sono localizzati l'Acquario di Genova, una struttura ludico-educativa per bambini, un centro congressi nei vecchi magazzini del cotone, la Biblioteca Internazionale per la gioventù, il Museo Nazionale dell'Antartide, il polo culturale di Porta Siberia, l'ascensore panoramico, la Piazza delle Feste che ospita la pista di pattinaggio in inverno e manifestazioni sportive, teatrali e musicali nella bella stagione ecc.. Successivamente, la Società Porto Antico ha avuto in concessione anche aree e beni immobili presenti nella vecchia Darsena che sono stati ristrutturati e riconvertiti per alcune destinazioni d'uso specifiche quali attività culturali e museali, attività promozionali, turistiche, di servizi e commerciali ed attività connesse al mare e alla nautica da diporto. Anche la banchina di Ponte Parodi, un'area da tempo in disuso, è interessata da un'opera di riqualificazione, che ne prevede la trasformazione in una grande piazza sull'acqua, caratterizzata da tre poli tematici: uno dedicato alla musica (con un auditorium), un secondo polo dedicato al tempo libero (spazi per lo sport) ed un terzo polo dedicato ai viaggi (nuovo Terminal Crociere).

La riscoperta dell'acqua affidata ad opere e progetti dal forte connotato simbolico ed architetture in grado di trasformare radicalmente il volto della città ha caratterizzato numerosi interventi di riqualificazione dei waterfront.

Figura 2 - Bilbao. Il "Guggenheim museum"



<http://www.guggenheim-bilbao.es/el-edificio/el-exterior/>

Un esempio significativo è quello della riqualificazione delle rive del fiume Nervion e di tutta l'area ad esso connessa della città di **Bilbao**, in particolare con la costruzione del nuovo museo di arte contemporanea, Guggenheim museum, inaugurato nell'ottobre 1997.

Le sponde del fiume sono state risistemate per creare zone pedonali, piste ciclabili e costruite nuove strutture per congressi, sport e tempo libero; in tale area si è potenziato il sistema di trasporti fino al mare e alle aree turistiche basche e si è intervenuto per recuperare parte del centro storico. Santiago Calatrava disegna il nuovo ponte

sul Nervion e Norman Foster viene chiamato a progettare la metropolitana con le caratteristiche uscite sulle strade, i "fosteritos".

Possiamo citare altre città che hanno puntato per la ripresa di intere aree urbane sulla riqualificazione dei fronti d'acqua. Tra queste ad esempio Dusseldorf, Bordeaux, Stoccolma, **Liverpool**³,

² Tale area è stata affidata in concessione alla società Società Porto Antico di Genova. www.portoantico.it

³ www.liverpoolwaters.co.uk

Torino⁴, Amsterdam, Perth, Cardiff, Saldorf, Vancouver e **La Spezia**. Il nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP) di **La Spezia**, approvato nel 2006, spingendosi entro i confini del porto commerciale, ha messo al centro delle sue azioni la riorganizzazione della linea di costa, la "riscoperta" del mare come elemento strategico per una razionalizzazione complessiva di diverse funzioni integrate in un'unica visione d'insieme (portualità, cantieristica, settore industriale e petrolifero, nautica da diporto, turismo).

Il progetto per lo sviluppo del waterfront della Spezia è risultato dal Concorso Internazionale bandito dall'Autorità Portuale e dal Comune della Spezia. Il progetto prevede lo sviluppo di un nuovo waterfront urbano nel porto recuperando il collegamento tra la città e il mare, per lungo tempo condizionato dalle installazioni portuali, e ridefinisce gli usi dell'area di Calata Paita. Il progetto crea un nuovo tessuto urbano in cui sono presenti strutture residenziali, terziarie e commerciali. Nello sviluppo del Masterplan, si sono rivalutati il verde e i percorsi pedonali, potenziandoli con l'aggregato degli usi che producono attività.

In particolare, il piano prevede il tracciato di una nuova linea di costa, la concentrazione delle attrezzature in isole sull'acqua e l'interramento del traffico veicolare, in modo che in superficie, intorno alla grande cintura di spazi verdi, predomini l'accesso pedonale al nuovo fronte marittimo e sia assicurata l'integrazione di tutte le attività e usi, e l'importanza di quest'area all'interno di tutto il tessuto urbano, attraverso la costruzione di un edificio sviluppato in altezza come riferimento per la zona.

Negli ultimi anni gli aspetti di sostenibilità sociale, ambientale ed economica risultano il principale presupposto per una corretta gestione delle nostre città. Pertanto, il concetto di riqualificazione urbana deve confrontarsi in primo luogo con le problematiche connesse all'uso limitato delle risorse e deve fare molta attenzione all'uso di materiali eco compatibili e di fonti di energia rinnovabile, al recupero delle risorse idriche, alla riduzione delle emissioni inquinanti e dell'inquinamento acustico, considerando i cambiamenti climatici in atto, i fenomeni di erosione costiera, l'innalzamento del livello del mare e i vari rischi di esondazione.

Il "Waterfront Center" di Washington⁵, il Centro Internazionale Città d'Acqua a Venezia⁶, l'Associazione Internazionale Villes et Ports a Le Havre Francia⁷ e il Waterfront vitalisation and environment research center in Giappone sono quattro esempi di network che da anni conducono attività di ricerca sulle problematiche e le esperienze relative al rapporto tra acqua ed insediamenti urbani promuovendo la formazione, l'aggiornamento e gli scambi scientifici/culturali tra ricercatori ed operatori del settore.

Interessante è anche il network Waterfront Communities Project⁸ (WCP) la cui particolarità è nel fatto che unisce 9 città che si affacciano sul mare del Nord (Edimburgo, Gateshead, Newcastle, Oslo, Gotenburg, Aalborg, Odense, Kingston e Amburgo) e che, con l'intento di riconnettere gli spazi urbani al mare, hanno deciso di sperimentare nuove modalità di intervento per la riqualificazione dei loro waterfront.

In questi anni è cambiato il modo in pensare al paesaggio urbano: *"se da un lato oggi le città partecipano ormai ad un mondo globalizzato, con i suoi schemi intercambiabili dall'altro avvertono la necessità di riaffermare le proprie unicità attraverso la ricerca di una coerenza con i valori espressi dal luogo"* (Dingoli, 2005).

In questo contesto si inserisce lo **studio a scala locale sulla riqualificazione dei waterfront di Catania, Messina, Palermo, Siracusa e Trapani realizzato dal Centro Regionale per la progettazione ed il restauro e per le scienze naturali ed applicate ai beni culturali della Regione Sicilia, attuando il POR SICILIA 2000 - 2006 ASSE II misura 2.02 azione B risorse culturali.**

4 Si segnala a tal riguardo una tesi di dottorato a cura di Zhang Liang, 2012.

5 www.waterfrontcenter.org

6 <http://www.citiesonwater.com/public/index.php>

7 www.aivp.org

8 www.waterfrontcommunitiesproject.org

Tale studio ha messo in luce come le pesanti trasformazioni del territorio potrebbero essere potenzialmente rischiose per le sensibilità storiche e culturali presenti sui waterfront delle città siciliane e ha evidenziato le eventuali soluzioni. Lo studio è stato condotto applicando "gli indirizzi per la rigenerazione dei waterfront" enunciati nel "Manifesto per le città creative" (Carta, 2007), che a loro volta contengono i criteri fissati nella conferenza URBAN 21, svoltasi a Berlino nel 2000 sotto l'egida delle Nazioni Unite. In particolare, l'analisi fatta per le città siciliane ha portato ad ipotizzare interventi di riqualificazione, per le varie zone analizzate delle città, basati essenzialmente su azioni indirizzate a:

- migliorare la qualità dell'acqua, fondamentali in relazione alla fruibilità pubblica delle aree di waterfront;
- esplicitare l'identità storica dei luoghi; i progetti di riqualificazione dovranno partire da una attenta conoscenza della specificità delle aree da rigenerare, considerando il tessuto storico preesistente e i futuri processi di sviluppo, ovvero sviluppando le potenzialità dei luoghi nel rispetto della loro identità e delle esigenze della collettività;
- riuso degli spazi, creazione di ambienti urbani caratterizzati dalla presenza di diverse funzioni di interesse pubblico – culturale, commerciale, del tempo libero e residenziali;
- accessibilità degli spazi in modo da avere una completa integrazione con la rete complessiva degli spazi pubblici urbani;
- incentivare la partnership pubblico – privato, in quanto la presenza pubblica deve garantire l'equilibrio tra gli interessi privati e quelli della collettività; le azioni previste dovranno generare interesse da parte dell'investitore privato a realizzare investimenti globali e non solo speculazioni immobiliari (Greco, 2007);
- prevedere la partecipazione dei cittadini nella fase di programmazione degli interventi (Mela, 1996)
- integrazione delle scelte politiche, sociali ed urbanistiche, in una adeguata pianificazione strategica di sviluppo della città, senza tralasciare l'importanza e l'unicità dei singoli interventi.

Come esempio delle conclusioni raggiunte, si riporta in figura 3, gli indirizzi progettuali ottenuti dalle analisi svolte per la città di Siracusa, città interessata da diversi interventi di riqualificazione non correlati tra loro in una pianificazione strategica. Infatti, "nonostante l'amministrazione abbia correttamente individuato nel quadro degli interventi previsti dal Piano di Sviluppo sostenibile come obiettivo prioritario la riqualificazione dell'intero fronte marittimo sembrano mancare progetti strategici in grado di mettere in relazione i diversi interventi progettuali in base ad una coerenza globale" (Barbarossa, 2010).

Altro importante progetto di indirizzo per interventi di riqualificazione, deriva dall'applicazione del "Progetto Comunitario Waterfront MED", nell'ambito dell'iniziativa INTERREG III MEDOCC (2000 – 2006). Tale progetto, a cui hanno partecipato le Regioni Lazio (capofila), Campania e Toscana, la provincia di Sassari, l'Autorità Portuale delle isole Baleari (ES), la città di Bastia (FR) e la città di Sète (FR), studia la possibilità di realizzare un sistema territoriale di poli portuali – identificato come Parco Portuale – che interagiscono tra loro attraverso relazioni di continuità territoriale, di complementarità e di sinergia funzionale.

In particolare, la regione Toscana ha analizzato e sperimentato nuovi modelli di gestione delle aree portuali, seguendo criteri di sostenibilità e di integrazione territoriale, con la finalità di incrementare ed incrementare i flussi tra le località del mediterraneo, mediante l'elaborazione di un modello infrastrutturale ed organizzativo.

È proprio in questo modello che si inserisce lo studio per la riqualificazione delle aree di waterfront urbane – portuali ed extraurbane di Livorno e Piombino da cui emerge in maniera predominante la necessità di riporre l'attenzione sui nodi intermodali del trasporto di persone per migliorare la fruibilità e la vivibilità del territorio ed il conseguente incremento di flussi turistici (Martellucci, 2006).

Venezia, Trieste, Riccione, Salerno, sono solo alcune delle città che hanno avviato piani e politiche urbane nelle quali la riqualificazione dei waterfront ricopre un ruolo prioritario.

Numerosi progetti vedono interessate sia la zona del porto commerciale di **Porto Marghera** sia

la zona del porto turistico a Venezia. Un progetto⁹ di APV Investimenti, una società costituita nel 2001 dall'Autorità Portuale di Venezia, è attualmente in fase definitiva e prevede la realizzazione di un nuovo complesso multifunzionale situato tra il centro di Venezia ed il suo porto con uffici, negozi, una struttura ricettiva e un grande garage a servizio del porto e dei veneziani. Il complesso, che ingloberà la stazione intermedia della monorotaia che collega l'isola del Tronchetto a Piazzale Roma, sarà il luogo di incontro e di scambio per chi giunge dal mare, dalla terraferma e dal centro di Venezia. APV¹⁰, inoltre, sta progettando il recupero di un complesso edilizio a Porto Marghera per trasformarlo in campus universitario nonché il restauro e la ristrutturazione di un edificio portuale a Venezia. Il progetto Venezia Urban lifestyle prevede la riconversione di un'area industriale abbandonata di Porto Marghera in un centro che ospita ristoranti, negozi, spazi espositivi, uffici e centri fitness dedicati a chi vive tra Venezia e Mestre.

Figura 3 - Indirizzi per la valorizzazione culturale dei waterfront



Fonte Regione Siciliana 2006¹¹

⁹ <http://www.port.venice.it/it/una-porta-per-venezias-garage-multipiano-opere-connesse.html>

¹⁰ <http://www.apvinvest.it/progetti/progetti.htm>

¹¹ A cura di Alessandra Badami, Ricercatore Universitario di Urbanistica, Facoltà di Architettura, Università degli studi di Palermo.

L'Autorità Portuale di Trieste ha assegnato i lavori di recupero e valorizzazione della Centrale Idrodinamica del Porto Vecchio.

La Centrale Idrodinamica, costruita verso la metà dell'800, è l'unico esemplare al mondo di macchina generatrice conservata nella sua interezza e nel suo edificio originario. Tale struttura ospita i macchinari e le unità di controllo utilizzate, fino alla seconda metà degli anni '80, per produrre l'energia idraulica necessaria all'azionamento delle gru e dei mezzi di sollevamento del Porto Vecchio. Il progetto – risultato della collaborazione tra l'Autorità Portuale di Trieste, la Regione Friuli Venezia Giulia ed il Ministero dei Beni Culturali – prevede il recupero degli spazi al fine di creare una struttura polivalente in cui verranno svolte attività culturali, di formazione e congressuali. Inoltre, la Centrale diventerà la sede dell'Istituto di Cultura Marittimo Portuale di Trieste i cui spazi espositivi ospiteranno, oltre ai macchinari per la produzione di energia anche il materiale appartenente alla collezione del porto sparsi presso diversi edifici dello scalo giuliano. Il recupero della Centrale Idrodinamica si inserisce in un più ampio progetto di riqualificazione e ristrutturazione di spazi all'interno del Porto Vecchio, che ricopre una superficie di oltre 65 ettari, avviato dalla Amministrazione portuale in questi ultimi anni. Recentemente sono stati completati i lavori di ristrutturazione dell'Hangar 42 per la realizzazione della sala arrivi del nuovo Terminal Passeggeri e di una struttura polifunzionale con due sale per convegni o eventi. Il progetto di restauro conservativo dell'Hangar 42 è stato studiato al fine di ripristinare e mantenere le caratteristiche architettoniche originali che lo caratterizzano e prevede anche il recupero architettonico degli scalandroni, passerelle mobili in ferro da dove un tempo i passeggeri salivano e scendevano dalle navi.

Con il Nuovo Piano spiaggia, il Comune di **Riccione** voleva non solo progettare tutto il litorale ma soprattutto ridimensionare del 10% le volumetrie e le superfici presenti oggi sull'arenile, distanziare il più possibile dalla linea di battigia tutti i manufatti, consentire alla città di riappropriarsi visivamente del mare come elemento cardine di naturalità allontanando le autovetture e i mezzi motorizzati (Balzani, 2008). Infatti, il progetto di riqualificazione urbana del Lungomare della Libertà e della Repubblica, iniziato nel 2005 e concluso nell'estate 2010, ha avuto come punto centrale la volontà di eliminare il traffico e la sosta delle auto in superficie, attraverso la costruzione di trecentosessantaquattro posti auto disposti su un piano interrato, restituendo ad una città balneare il lungomare valorizzato maggiormente dalla realizzazione di fontane, palme, gazebi, piazze di sosta con sedute e verde.

A **Salerno**, sono in fase di implementazione gli indirizzi pianificatori tesi alla trasformazione del waterfront urbano, che hanno portato all'elaborazione di un'ipotesi di aggiornamento del Nuovo Piano Regolatore della città.

Negli indirizzi progettuali del Concorso Internazionale di idee sul tema "Difesa, riqualificazione e valorizzazione della costa del Comune di Salerno" del maggio 2007¹², veniva richiesto esplicitamente oltre che *"la realizzazione di opere di riqualificazione della costa del comune di Salerno mediante appropriate opere di ricostruzione delle spiagge soggetti ad estesi e accelerati fenomeni di erosione"*, *"soluzioni finalizzate al recupero, alla valorizzazione ed alla riqualificazione degli spazi, anche ai fini turistici, per la ridefinizione di un più razionale uso dell'intera area in oggetto anche attraverso l'individuazione di nuovi assetti urbanistici e funzionali, di opere e attività ad impatto controllato nonché di metodologie Attuative e gestionali coerenti e sostenibili"*.

In particolare, per il subambito n° 1 – dal porto commerciale alla foce del fiume Irno, l'esito del concorso ha visto le seguenti indicazioni progettuali:

- la creazione/riqualificazione di una spiaggia antistante il lungomare Trieste con l'ampliamento e la sistemazione del Masuccio Salernitano e la nuova darsena turistica a Santa Teresa
- la riorganizzazione dell'area prossima a Piazza della concordia (con l'interramento di via lungomare) e la realizzazione della Piazza della Libertà secondo il progetto dell'architetto Ricardo Bofill.

Il progetto di Bofill per Piazza della Libertà – area compresa tra l'arenile di Santa Teresa ed il Molo Manfredi – prevede la realizzazione di un imponente edificio a forma di mezzaluna, noto

12 <http://www.comune.salerno.it/allegati/3995.pdf>

come il Crescent. Si tratta di un complesso di edifici e porticato ad arco per un totale di 49.500 metri quadrati. Il porticato, edificato su due livelli fuori terra, è interamente destinato ad attività commerciali. Ulteriori cinque piani ospiteranno spazi direzionali e residenziali.

Sono inoltre previsti 90mila metri quadrati di parcheggi sotterranei, una piazza monumentale ad anfiteatro di circa 30mila metri quadrati, l'Archivio dell'Architettura Contemporanea, un'area coperta per eventi e manifestazioni, una passeggiata lungo la spiaggia e la riva del mare, con negozi, bar, ristoranti, punti di ristoro per il tempo libero¹³.

I progetti previsti per la riqualificazione di tutta l'area sono in continua evoluzione seguendo le esigenze socio – economiche di tutti i soggetti interessati ad azioni così complesse e articolate come risulta essere un intervento di questo tipologia.

Figura 4 – Salerno, Panorama lungomare Trieste Porto Sottoflutto (stato attuale)



Tra gli altri concorsi per la riqualificazione dei waterfront vale la pena ricordare: nel 2006 la selezione del progetto vincitore di Latina, l'elaborazione del progetto vincitore del Premio Portus 10^o Biennale Internazionale di Venezia – Piana di Castrocucco Maratea (PT); nel 2007 la selezione del progetto vincitore del progetto di Reggio Calabria e l'approvazione del progetto preliminare di Bagnoli (Balzani, 2008).

In conclusione, si descrive l'intervento di riqualificazione di **Mola di Bari**¹⁴, dove le esigenze della collettività hanno fortemente orientato le scelte progettuali. Nonostante la non balneabilità delle acque antistanti il tratto di costa interessato e la pessima situazione dello spazio antistante, il "fronte mare" di questa città è stato sempre molto frequentato durante il periodo estivo ed utilizzato di fatto come una "spiaggia urbana". L'obiettivo principale dell'intervento, quindi, è stato quello di riorganizzare gli spazi funzionali della zona creando un sistema pedonale di collegamento tra la città, il mare e il Castello, distinto da quello carrabile. Infatti, la caratterizzazione e l'analisi dell'area oggetto di riqualificazione aveva evidenziato una assenza di spazi pedonali con una forte presenza di traffico veicolare, di automobili in sosta lungo le strade e aree sterrate e polverose, una carenza di arredo urbano, impianti tecnologici ed alberature. Pertanto, la sistemazione del fronte mare, attualmente attrezzato con alberature, arredo urbano, panchine, illuminazione adeguata, ampie zone per il passeggio e la sosta, ha innalzato la qualità ambientale ed urbana complessiva della zona. Inoltre, la realizzazione di ampi spazi pavimentati ed alberati fino al limite degli edifici, consentirà alle attività commerciali e di ristorazione esistenti e future di poter fruire positivamente di questi spazi.

13 http://www.edilportale.com/news/2010/03/architettura/il-nuovo-waterfront-di-salerno-disegnato-da-ricardobofil_18302_3.html

14 Comune di Mola di Bari – Progetto esecutivo sistemazione del fronte mare lato nord 1° lotto funzionale – Professionisti incaricati: MBM Architectes s.l., arch. M. Sgobba, Finepro srl, ing. V. F. Labbate, ing. F. Guiducci, ing. M.G. Carducci. Responsabile Unico del Procedimento capo settore LL.PP. ing. Pietro Grasso

Figura 5 – Mola di Bari: lungomare come era e come si presenta oggi



BIBLIOGRAFIA

- Balzani M., I progetti nelle città della costa: dal ridisegno del waterfront al piano spiaggia. Ed. Maggioli 2008.
- Bruttomesso R., "Nuovi scenari urbani per le città d'acqua", Percorsi d'acqua. Il valore di un bene universale, Milano 7/3/2007, Italia Nostra Onlus, www.italianostra-milano.it/corso_acqua/index.php
- Bruttomesso R., Waterfront, una nuova frontiera urbana. 30 progetti di riorganizzazione e riuso di aree urbane sul fronte d'acqua. Centro Internazionale Città d'acqua, Roma 1991.
- Carta M. 2007, Creative City. Dynamics, Innovations, Actions, Barcellona, List.
- CENSIS, Recupero dei waterfront e sviluppo territoriale. Opportunità per Pozzuoli. Forum: Proposte e obiettivi per i Campi Flegrei 2010 – 2020. Pozzuoli, 22 Maggio 2009.
- Dingoli M, "The role of the historic landscape in the European cultural identity", Atti del Convegno Internazionale: Cultural Landscape in the 21st Century – Forum Unesco University and Heritage – 10th International Seminar, New Caste 11 – 16 Aprile 2005.
- Gargiulo C., Battarra R., "I fattori di successo del processo di trasformazione delle aree dismesse" XXII Conferenza italiana di scienze regionali, Venezia 10 – 12 ottobre 2001, AISRE.
- Giovanazzi O., Città portuali e waterfront urbani. Ricerca bibliografica, Centro Internazionale Città d'Acqua, Venezia 2007.
- Greco N., Waterfront: tra il dire e il fare. Modelli e tecnologie avanzate per una gestione sostenibile dell'ambiente marino". Atti del XXVI convegno internazionale mare e territorio. Lega Navale italiana. Agrigento 26 – 27 ottobre 2007.
- Guala C., Modelli e storie di rigenerazione urbana, Mega eventi. Carocci, Roma 2007.
- Hoyle, Pinder, Husain, Aree portuali e trasformazioni urbane. Le dimensioni internazionali della ristrutturazione del waterfront. Ed. Mursia, 1988.
- Martellucci S. e Rosselli A., Sistema dei parchi portuali della Toscana: aree waterfront e nuovi dispositivi di virtualizzazione spaziale. Ed. Alinea, 2006.
- Mela A, Sociologia delle città, NIS, Roma 1996.
- Provenzano S., Portocittà: caratterizzazioni e variazioni d'identità di un fatto urbano. Ed. Maggioli 2008.
- Regione siciliana, Assessorato dei beni culturali ed ambientali e della pubblica istruzione, Dipartimento beni culturali ed ambientali ed educazione permanente – Centro Regionale per la progettazione ed il restauro. Waterfront urbani di Catania, Messina, Palermo, Siracusa e Trapani. Modelli di studio a scala locale della Carta del Rischio del Patrimonio culturale ed ambientale della Regione Siciliana, 2008.
- Ridolfi E. e Valdevira M., Evoluzione e prospettive per il waterfront di Barcellona. PORTUS PLUS.
- Romanelli A. , Waterfront. L'impatto socio – economico dei processi di innovazione del territorio costiero, ed. Aracne 2005.
- Savino M., Studi urbani e regionali – Waterfront d'Italia. Piani, politiche, progetti. Ed. Franco Angeli, 2010.
- Ugolini P., Pianificazione territoriale, portualità e infrastrutture: il caso savonese. Ed. Franco Angeli, 2006.
- Università di Pisa, Scuola di Dottorato in Ingegneria "Leonardo da Vinci" – Corso di Dottorato di ricerca in Scienze e Tecniche dell'Ingegneria Civile – Tesi di Dottorato di Ricerca: Waterfront Urbani. La programmazione e il recupero dei fronti d'acqua tra sostenibilità globale ed identità

locali. Analisi e Strategia di sviluppo del Waterfront di New York – Silvia Maffei. Anno Accademico 2008 – 2009.

Urban Land Institute, Remaking the Urban Waterfront, ULI, Washington 2004, pp. 4 -5.

<http://www.apinvest.it/progetti/progetti.htm>

http://www.edilportale.com/news/2010/03/architettura/il-nuovo-waterfront-di-salerno-disegnato-da-ricardo-bofill_18302_3.html

<http://www.polistudio.net/scheda-progetto.cfm?IdProgetto=57>

<http://www.port.venice.it/it/una-porta-per-venezias-garage-multipiano-opere-connesse.html>

www.aivp.org

www.archdaily.com/61529/benidorm-seafront-oab/

www.citiesonwater.com/public/index.php

www.liverpoolwaters.co.uk

www.lyon-confluence.fr

www.portoantico.it

www.waterfrontcenter.org

www.waterfrontcommunitiesproject.org

www.waterfrontexpo.com

IL CLIMA METEO-MARINO E LA FRUIZIONE DELL'ARENILE PER SCOPI LUDICO RICREATIVI E TURISTICI

G. NARDONE¹, M. PICONE¹, A. VALENTINI², S. GALLINO³

¹ISPRA - Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine, ² ARPAEMR, ³ ARPAL

ABSTRACT

Le condizioni meteo-marine influenzano in maniera determinante le attività che si svolgono nell'ambiente urbano costiero. Ogni attività risulta legata in maniera diversa ad ogni singola grandezza; le attività legate al turismo come la balneazione risentono fortemente anche delle più piccole variazioni di altezza d'onda, di temperatura ed irraggiamento solare, mentre attività commerciali legate al corretto funzionamento dei porti vedono interrompere o sospendere la propria attività solo in caso di eventi estremi. Lo studio delle condizioni meteo-marine assume quindi un ruolo fondamentale nella pianificazione e progettazione di tutte le attività che si svolgono in ambito urbano-costiero. Il presente lavoro vuole porre attenzione sulla variazione di importanti fattori meteo-marini lungo i tratti di costa italiana maggiormente utilizzati ai fini turistico commerciali.

Parole chiave: clima meteo-marino, temperatura del mare, boa ondometrica.

1. INTRODUZIONE

Sussiste una stretta interconnessione tra il clima meteo-marino e le attività antropiche sulla terraferma. Le coste italiane hanno storicamente costituito il luogo di elezione di numerosi ed importanti insediamenti urbani ed in particolar modo, per le favorevoli caratteristiche climatiche, hanno da sempre richiamato massicci apporti turistici anche se, attualmente, solo il 70,8% delle coste risulta balneabile (dati ISTAT al 2010). Sulle fasce costiere si addensa una quota crescente della popolazione, che ha condotto alla creazione di estese conurbazioni litoranee sia lungo la costa tirrenica che adriatica: oltre il 30% della popolazione vive stabilmente sulla fascia costiera, i comuni costieri marittimi sono ben 638, e le città costiere (43 capoluoghi di regione e provincia, tra cui importanti aree metropolitane) rappresentano da sole circa il 25% della popolazione nazionale. L'elevato grado di urbanizzazione costituisce certamente un importante fattore di pressione, ma si calcola che la zona costiera italiana subisca oltre venti categorie di usi, che spesso comportano l'alterazione fisica degli habitat: parte di questi coinvolgono soltanto il litorale, mentre altri, sempre più numerosi e invadenti, coinvolgono anche o soltanto le acque costiere. In questo quadro lo studio delle condizioni meteo-marine assume un ruolo fondamentale nella pianificazione e progettazione di tutte le attività che si svolgono in ambito urbano-costiero. Il presente lavoro vuole porre attenzione sulla variazione di importanti fattori meteo-marini lungo i tratti di costa italiana maggiormente utilizzati ai fini turistico commerciali. La scelta degli indicatori analizzati in questa sede è stata guidata dall'esigenza di sintetizzare gli impatti possibili del clima meteo-marino sulle attività che si svolgono nell'ambiente urbano costiero: si è fatto riferimento agli indicatori dell'Annuario dei dati ambientali dell'ISPRA che descrivono il moto ondoso e le temperature superficiale dell'acqua, considerando i dati osservati dal 2009 ad oggi.

2. I SISTEMI FISSI DI OSSERVAZIONE MARINA NEGLI AMBITI URBANI COSTIERI

In Italia esistono differenti sistemi di osservazione delle condizioni meteo-marine basati su stazioni di misura in posizione fissa ubicate sia in aree costiere che in mare profondo, sviluppati e gestiti da enti con varia finalità istituzionale: alcuni di essi sono stati implementati dalle amministrazioni centrali dello Stato e delle Regioni, altri da parte di enti di ricerca nell'ambito di programmi internazionali. Considerate le diverse esigenze che hanno fatto nascere tali sistemi osservativi, è attualmente difficile pensare ad uno stretto coordinamento, tuttavia, è possibile immaginare la costituzione di una federazione dei sistemi che si dimostrano complementari i cui dati siano accessibili in tempo reale per un mutuo vantaggio.

La Rete Ondametrica Nazionale - RON dell'ISPRA (<http://www.telemisura.it>), è la principale rete osservativa di boe oceanografiche in telemisura attualmente operante lungo le coste italiane. La rete è nata nel 1989 come sistema nazionale di riferimento sotto la responsabilità governativa, inizialmente espressamente orientata a sole misure ondametriche, attualmente è costituita da quindici stazioni che dal 2009 sono integrate con sensori meteorologici.

Nell'ambito delle proprie competenze alcune amministrazioni regionali hanno realizzato specifiche strutture osservative delle condizioni meteo-marine che rivestono notevole importanza ed integrano la copertura nazionale dei sistemi di monitoraggio in telemisura.

Il progetto del sistema di boe di Capo Mele dell'ARPAL (<http://servizi-meteoliguria.arpal.gov.it/boacapomele.html>) nasce nel 2012 da una forte esigenza di studiare il clima ondoso del Ponente ligure ed è stato realizzato grazie ad un finanziamento di Regione Liguria. Il sistema di rilevamento del moto ondoso della regione Emilia-Romagna, gestito da ARPAEMR, è composto da una boa ondometrica installata a largo di Cesenatico (<http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/boa>), dal 2007 nell'ambito del progetto BEACHMED-e (INTERREG IIIC), sottoprogetto Nausicaa, e mantenuto in passato anche grazie al finanziamento derivante dal progetto europeo MICORE (FP7-ENV-2007-1 Cooperation, Grant agreement n°202798).

3. LA CLASSIFICAZIONE DEL CLIMA DI MOTO ONDOSO

L'analisi della distribuzione degli eventi di moto ondoso è di fondamentale importanza per la corretta gestione della fascia costiera dove insistono importanti infrastrutture (strade, ferrovie, front-end urbani, porti, banchine) oppure insediamenti turistici che basano il loro sviluppo economico sul binomio spiaggia/mare. A titolo di esempio, per quanto riguarda gli studi di morfologia costiera si possono derivare dalla distribuzione degli eventi le caratteristiche quantitative (altezza, periodo, durata e direzione) e qualitative (bidirezionalità, variazioni stagionali) delle onde di modellazione o la larghezza della fascia attiva di una spiaggia. Per quanto riguarda le costruzioni marittime, l'analisi della distribuzione degli eventi di moto ondoso consente di determinare le forzanti sulla base delle quali eseguire studi sulla penetrazione del moto ondoso all'interno degli specchi d'acqua portuali, sull'accessibilità dell'imboccatura portuale. L'analisi è consistita nel suddividere gli eventi di moto ondoso in base al valore dell'altezza d'onda significativa ed alla direzione di provenienza al fine di individuare la frequenza di accadimento di ogni singola classe di eventi nell'intera giornata e nelle sole ore diurne; si evidenzia che i criteri di classificazione utilizzati hanno la funzione di fornire un quadro d'insieme della distribuzione degli eventi di moto ondoso per caratterizzare la possibilità di utilizzazione dell'arenile delle diverse aree urbane considerate per scopi ludico-ricreativi e turistici. Per quanto riguarda la suddivisione degli eventi in classi di altezza d'onda significativa si sono considerati due diversi criteri in funzione del tipo di rappresentazione dato al risultato dell'analisi. Nel primo caso si è adottato il seguente schema:

- CLASSE 1 (blu) per gli eventi di mare calmo e poco mosso, caratterizzati da un'altezza d'onda inferiore a 0,5 m;
- CLASSE 2 (azzurro) per gli eventi di mare mosso e molto mosso, caratterizzati da un'altezza d'onda superiore a 0,5 m ma inferiore a 2,5 m;

- CLASSE 3 (arancione) per gli eventi di mare agitato e molto agitato, caratterizzati da un'altezza d'onda superiore a 2,5 m ma inferiore a 6,0 m;
- CLASSE 4 (rosso) per gli eventi di mare grosso, altezza d'onda superiore a 6,0.

Sono quindi stati calcolati e di seguito riportati gli istogrammi di frequenza relativa di ogni CLASSE di stato di mare per i diversi punti di misura ISPRA (Fig 1-7 a) e i diagrammi polari di moto ondoso (Fig 1-7 b). Per quanto riguarda la suddivisione degli eventi in base alla direzione di provenienza del moto ondoso si sono considerati settori di ampiezza pari a 15° per tutti gli eventi registrati.

4. CLASSIFICAZIONE DELLE TEMPERATURE DEL MARE

Per classificare le temperature del mare con criterio analogo a quello sviluppato nel paragrafo che precede, al fine di individuare la frequenza di accadimento di diverse classi di eventi nell'intera giornata e nelle sole ore diurne, è necessario valutare preliminarmente le interazioni aria-acqua sulla superficie del mare. Alla scala giornaliera, infatti, a differenza di quanto avviene sulla costa dove il suolo si scalda e si raffredda intensamente nel corso del ciclo diurno, le masse acquose superficiali si scaldano e si raffreddano lentamente. L'ampiezza dell'escursione termica diurna varia con fattori dipendenti dalle condizioni geografiche del sito, dalla batimetria e dal grado di stabilità della stratificazione delle acque, ma anche in base a fattori locali come nuvolosità, tasso di umidità e vento. Il cross-correlogramma delle serie storiche di temperatura media giornaliera di aria e acqua registrate da una boa oceanografica della RON (Fig.8.a) evidenzia la presenza di una forte dipendenza tra temperatura dell'aria e dell'acqua, nonché la presenza di una componente stagionale annuale. Questa componente non viene eliminata se si considerano i soli residui ottenuti dalla differenza tra le temperature dell'aria e dell'acqua (Fig.8.b), e mostra dipendenza anche tra valori distanti nel tempo.

Depurando le serie storiche dai rispettivi valori medi mensili è possibile, invece, individuare una debole correlazione dei residui (Fig.9.a). Tali residui rappresentano la differenza tra la temperatura dell'acqua e quella dell'aria al netto dell'effetto stagionale, dipendenti da una serie di fattori meteo-marini, in modo particolare dall'evaporazione, come evidenziato in Fig.9.b, in cui sono messi in relazione i valori di umidità relativa e di temperature "destagionalizzate".

Alla scala mensile, in sintesi, si è adottato il seguente schema di classificazione, analogo a quello introdotto per il moto ondoso, considerando sei classi di temperatura dell'aria nell'intera giornata e nelle sole ore diurne (a):

- CLASSE 1 (blu) per temperature dell'aria inferiori a 10°C;
- CLASSE 2 (azzurro) per temperature dell'aria comprese tra 10°C e 15°C;
- CLASSE 3 (celeste) per temperature dell'aria comprese tra 15°C e 20°C;
- CLASSE 4 (giallo) per temperature dell'aria comprese tra 20°C e 30°C;
- CLASSE 5 (arancione) per temperature dell'aria comprese tra 25°C e 30°C;
- CLASSE 6 (rosso) per temperature dell'aria superiori a 30°C.

Analogamente, sono state considerate cinque classi di temperatura dell'acqua nell'intera giornata e nelle sole ore diurne (b):

- CLASSE 1 (blu) per temperature dell'acqua inferiori a 15°C;
- CLASSE 2 (celeste) per temperature dell'acqua comprese tra 15°C e 20°C;
- CLASSE 3 (giallo) per temperature dell'acqua comprese tra 20°C e 25°C;
- CLASSE 4 (arancione) per temperature dell'acqua comprese tra 25°C e 30°C;
- CLASSE 5 (rosso) per temperature dell'acqua superiori a 30°C.

In ogni caso i valori massimi di temperatura dell'acqua si hanno quando il cielo è sereno, l'aria calma e l'altezza solare massima; i minimi quando il cielo è coperto, l'acqua agitata, l'altezza solare minima e l'oscillazione termica diurna dell'aria supera notevolmente quella dell'acqua superficiale.

Nel corso dell'anno le temperature seguono le variazioni della declinazione solare, crescendo con sole alto, diminuendo con sole basso sull'orizzonte. I massimi termici dell'acqua, però, sono ritardati più di quelli dell'aria; dai rilievi della RON si osservano massime temperature delle acque marine fra giugno ed ottobre, con massime frequenze in agosto.

5. CONCLUSIONI

Lo sfruttamento della costa a scopi turistici sta assumendo caratteristiche di attività ricreativa di massa: il settore è in sensibile espansione ed il monitoraggio in continuo delle caratteristiche meteo-marine della fascia costiera costituisce uno strumento in grado di accrescere il benessere delle comunità, consentendo la corretta utilizzazione economica delle risorse.

Fig.1.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Mar Ligure - Area urbana di La Spezia

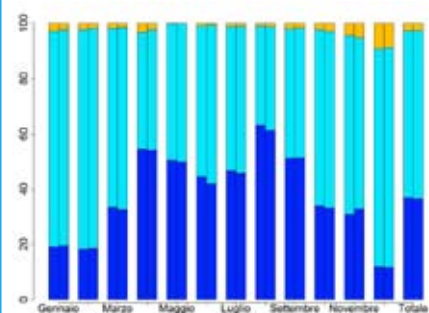


Fig.1.b - diagramma polare di stato del mare Mar Ligure - Boa RON di La Spezia

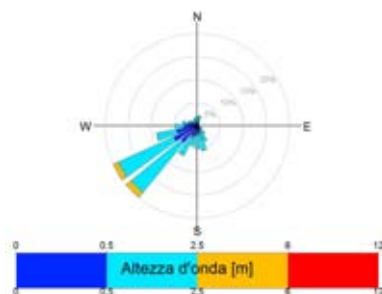


Fig.2.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Mar Tirreno - Area urbana di Cagliari

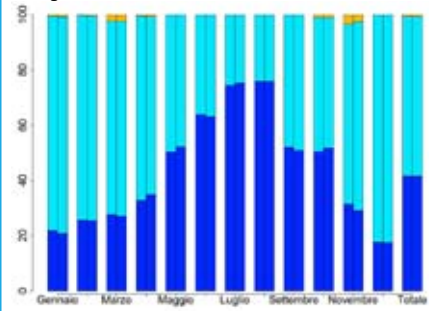


Fig.2.b - diagramma polare di stato del mare Mar Tirreno - Boa RON di Cagliari

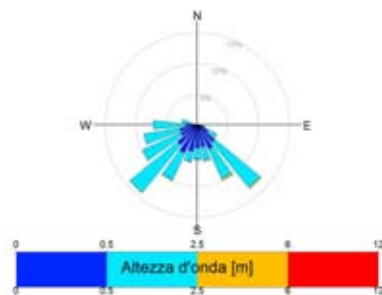


Fig.3.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Mar Tirreno - Area urbana di Latina

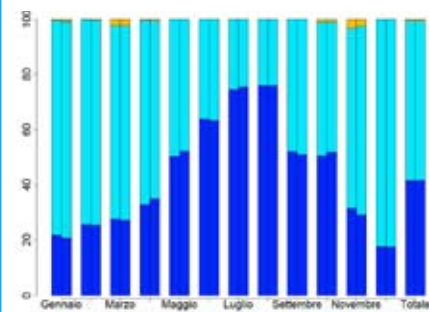


Fig.3.b - diagramma polare di stato del mare Mar Tirreno - Boa RON di Ponza

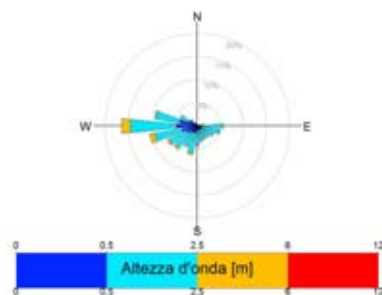


Fig.4.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Canale di Sicilia - Area urbana di Trapani

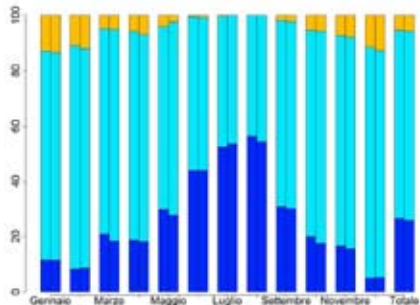


Fig.4.b - diagramma polare di stato del mare Canale di Sicilia - Boa RON di Mazara

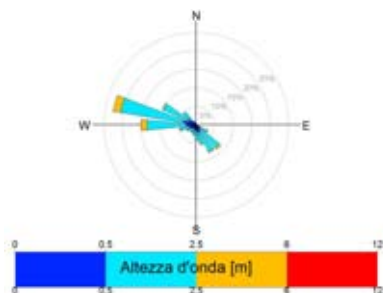


Fig.5.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Mar Ionio - Area urbana di Catania

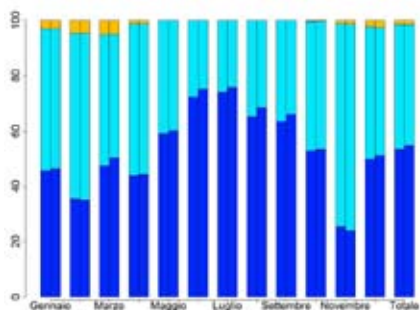


Fig.5.b - diagramma polare di stato del mare Mar Ionio - Boa RON di Catania

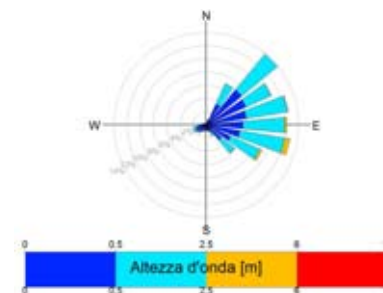


Fig.6.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Mar Adriatico - Area urbana di Bari

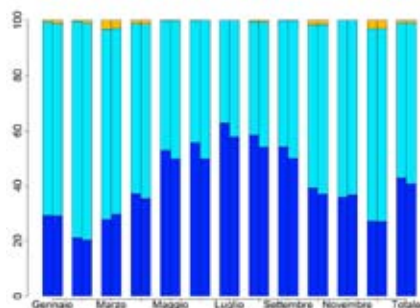


Fig.6.b - diagramma polare di stato del mare Mar Adriatico - Boa RON di Monopoli

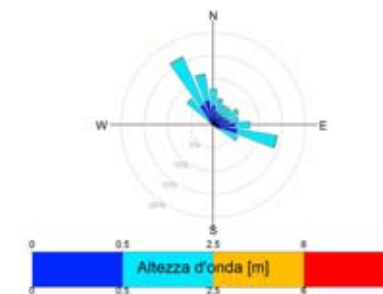


Fig.7.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Stato di Mare, Mar Adriatico - Area urbana di Ancona

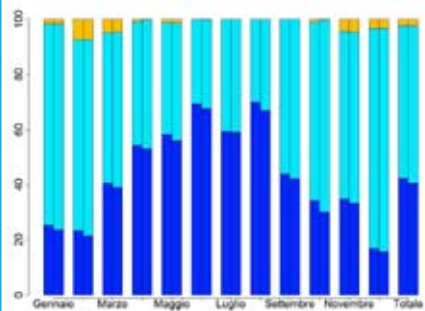


Fig.7.b - diagramma polare di stato del mare Mar Adriatico - Boa RON di Ancona

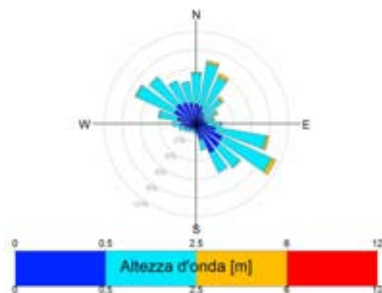


Fig.8 - Cross-correlogramma delle variabili di temperatura (a) e dei residui (b) per la boa RON di Ponza

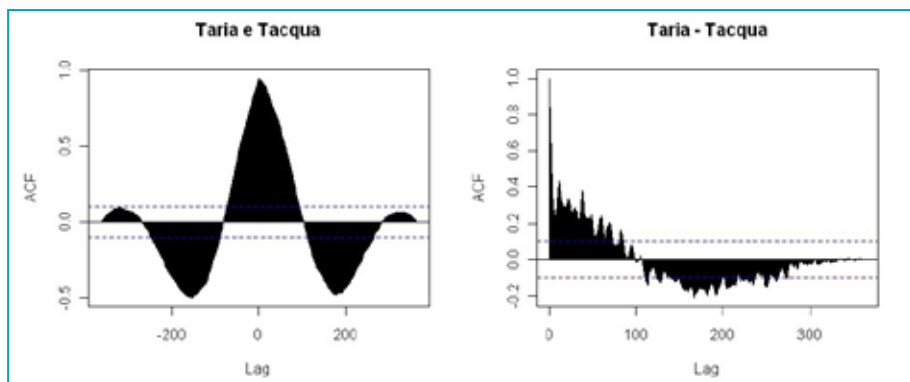


Fig.9 - Correlogramma dei residui delle temperature destagionalizzate (a) e confronto dei residui con l'umidità relativa (b) per la boa RON di Ponza.

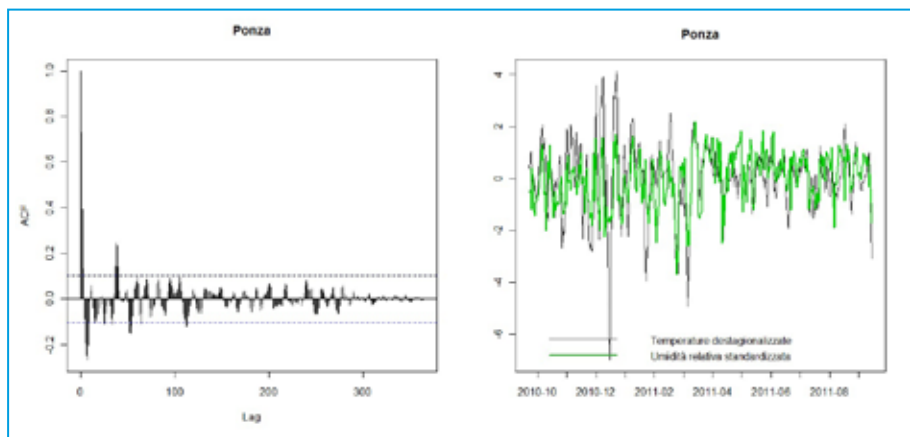


Fig.10.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura dell'aria Mar Ligure - Boa RON di La Spezia

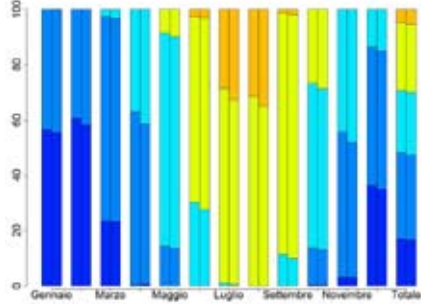


Fig.10.b - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura del mare Mar Ligure - Boa RON di La Spezia

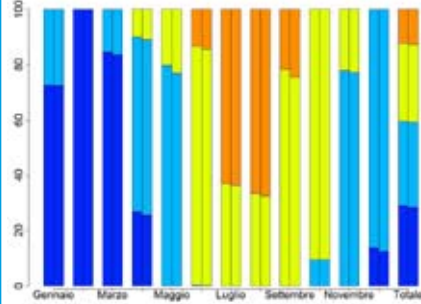


Fig.11.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura dell'aria Mar Tirreno - Boa RON di Cagliari

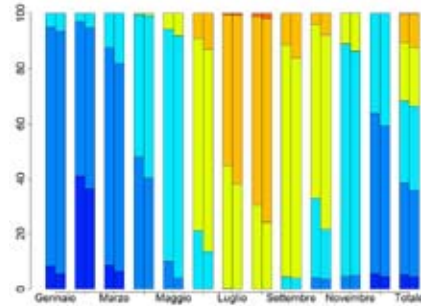


Fig.11.b - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura del mare Mar Tirreno - Boa RON di Cagliari

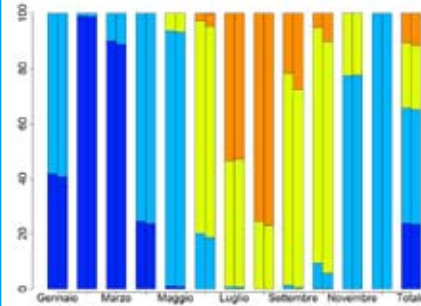


Fig.12.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura dell'aria Mar Tirreno - Boa RON di Ponza

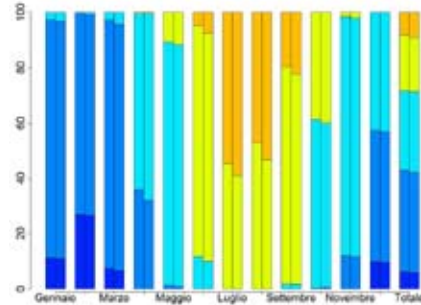
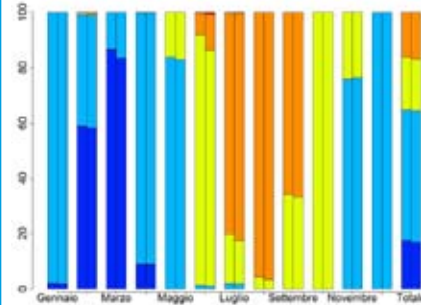
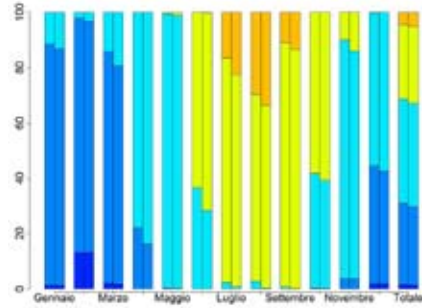


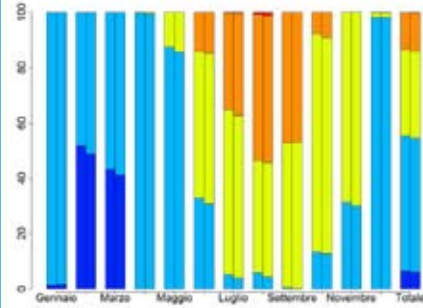
Fig.12.b - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura del mare Mar Tirreno - Boa RON di Ponza



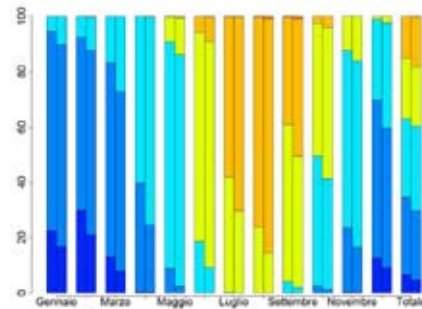
**Fig. 13.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura dell'aria
Canale di Sicilia - Boa RON di Mazara**



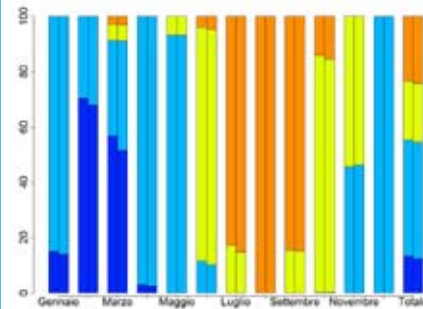
**Fig. 13.b - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura del mare
Canale di Sicilia - Boa RON di Mazara**



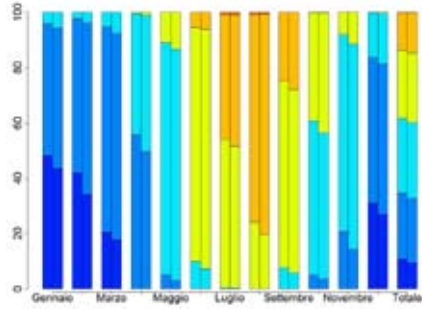
**Fig. 14.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura dell'aria
Mar Ionio - Boa RON di Catania**



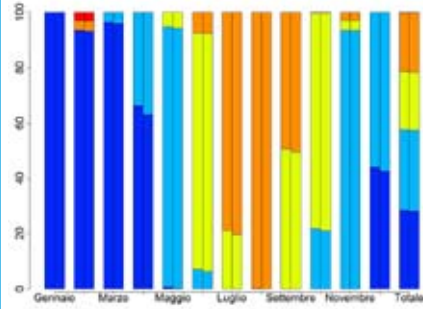
**Fig. 14.b - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura del mare
Mar Ionio - Boa RON di Catania**

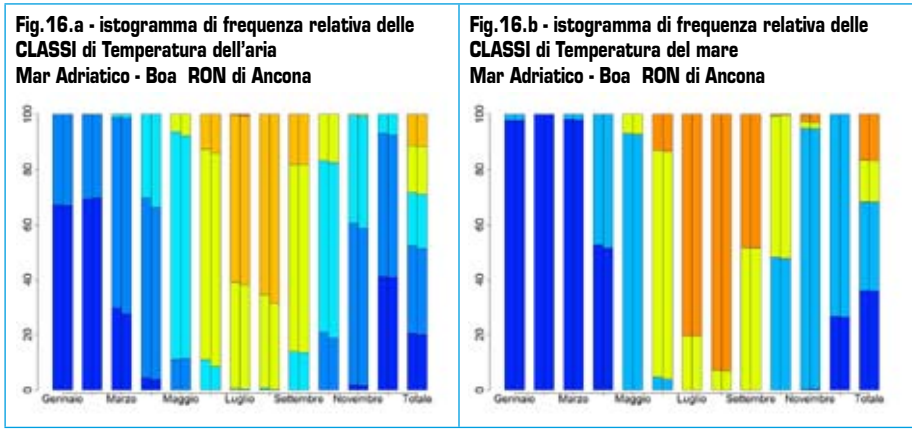


**Fig. 15.a - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura dell'aria
Mar Adriatico - Boa RON di Monopoli**



**Fig. 15.b - istogramma di frequenza relativa delle CLASSI di Temperatura del mare
Mar Adriatico - Boa RON di Monopoli**





BIBLIOGRAFIA

Bencivenga M., Nardone G., Ruggiero F. and Calore D., 2011. The Italian Data Buoy Network (RON) – Second International Conference on Physical Coastal Processes, Management and Engineering

Picone M., Lagona F., Nardone G., 2010. Missing value imputation in buoy networks for validation purposes – Proceedings of 33 International Symposium on Remote Sensing of Environment – Vol. 2 – pagg. 825 - 828

Picone M., Lagona F., Nardone G., Bencivenga M., 2010. A latent-class approach to missing value imputation in incomplete multivariate wave metric datasets - Rapp. Comm. Int. Mer Medit. - Vol. 39 - page 160

ACQUE DI BALNEAZIONE: IL PROFILO COME STRUMENTO DI PREVENZIONE, GESTIONE E INFORMAZIONE

R. DE ANGELIS¹, P. BORRELLO¹, E. SPADA¹, M. SCOPELLITI²

¹ISPRA, Dipartimento tutela delle acque interne e marine

²Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

ABSTRACT

A partire dalla stagione balneare 2010 in Italia la gestione e il monitoraggio delle acque di balneazione viene effettuato secondo quanto stabilito dalla nuova direttiva europea 2006/7/CE. Questa direttiva introduce il concetto di prevenzione della salute umana basandosi su un'attenta analisi dei fattori ambientali che possano influenzare la qualità dell'acqua di balneazione. A tale scopo, è prevista l'elaborazione di un "profilo" per ciascuna acqua di balneazione per una migliore individuazione dei rischi quale base per le misure di gestione oltre a informare il cittadino su: 1) qualità delle acque di balneazione; 2) presenza di fattori di rischio per la salute del bagnante; 3) misure di gestione adottate. Infatti, per quanto concerne i rischi è presente una sezione dedicata alle criticità, che riporta l'identificazione delle fonti di inquinamento e la valutazione del suo impatto sull'acqua, trattando in particolare lo "Short-Term Pollution", specie tossiche quali i cianobatteri e la microalga come la microalga potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata*.

Parole chiave: Direttive acque, profilo acque di balneazione, area d'influenza, Short-Term Pollution, cianobatteri, *Ostreopsis cf. ovata*.

1. INTRODUZIONE

L'acqua è una risorsa indispensabile per gli esseri umani, per la natura e per l'economia. Tra le principali cause degli impatti negativi sullo stato delle acque rientrano i cambiamenti climatici, l'uso del suolo, le attività economiche come la produzione energetica, l'industria, l'agricoltura e il turismo, lo sviluppo urbano e i cambiamenti demografici. Le conseguenze si manifestano sotto forma di emissioni inquinanti, di un utilizzo eccessivo delle acque (stress idrico), di modifiche fisiche ai corpi idrici e di eventi estremi come alluvioni e siccità. Negli ultimi tre decenni la politica dell'UE ha contribuito fattivamente alla protezione delle acque. In particolare, la regolamentazione in materia di inquinamento di origine urbana, industriale e agricola ha comportato un miglioramento della qualità delle acque europee, ad esempio, con la riduzione delle concentrazioni dei nutrienti (EU Commission, 2012). Nel 2000 la direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE), ha introdotto un approccio globale verso i rischi cui sono esposte le acque, concentrandosi sulla gestione a livello di bacino idrografico e ponendo l'obiettivo di sostenibilità in termini di "buono stato" ecologico, chimico e anche quantitativo, quest'ultimo riferito alle acque sotterranee, da raggiungere entro il 2015 per tutti i corpi idrici europei. A tale fine, è di fondamentale importanza che l'inquinamento sia controllato alla fonte, per impedire che le sostanze pericolose penetrino nell'ambiente e per ridurre il peso gravante sui sistemi di trattamento (acque reflue).

Un esempio di tale politica, è la direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione, che è strettamente correlata con altre direttive quali: la 91/271/CEE,

concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la 91/676/CEE, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

2. IL PROFILO DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

La direttiva 2006/7/CE, in linea con la 2000/60/CE, punta su un approccio innovativo per la tutela del bagnante, basato non solo sul monitoraggio ma anche sulla prevenzione dei rischi, attraverso la ricerca delle principali fonti di contaminazione e delle vie di propagazione. Infatti, unisce l'attività di controllo ad un'analisi preventiva del territorio, con la finalità di preservare la salute umana mantenendo o raggiungendo un buono stato ambientale, anche attraverso l'attuazione di adeguate misure di gestione. A tale scopo la direttiva fornisce un mezzo conoscitivo, definito profilo delle acque di balneazione, utile sia come strumento gestionale per le autorità competenti, sia come fonte di informazione per il cittadino. Quest'ultimo aspetto peraltro ha un ruolo di primaria importanza tra le disposizioni della 2006/7/CE.

In Italia, la direttiva balneazione è stata recepita con decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, e le modalità e le specifiche tecniche per la sua attuazione sono state definite con il Decreto Ministeriale 30 marzo 2010, n. 97. In particolare, nell'allegato E, diviso in 4 sezioni, vengono fornite informazioni per la redazione del profilo da parte delle regioni.

La **sezione 1** contiene informazioni di carattere generale per l'identificazione univoca dell'acqua di balneazione, l'individuazione rispetto al territorio su cui l'acqua insiste e la collocazione nel distretto idrografico di appartenenza.

Nella **sezione 2** si descrivono le principali caratteristiche fisiche, geografiche e idrologiche. Inoltre, vengono riportate informazioni sulla fruibilità dell'area di balneazione e, in maniera più approfondita, sulla qualità dell'acqua definita in base ai risultati dell'attività di un monitoraggio specifico. Il monitoraggio viene effettuato in un punto di campionamento rappresentativo dell'intera acqua di balneazione. La frequenza di prelievo è mensile e rispetta un calendario stabilito dalle regioni prima dell'inizio di ogni stagione balneare. A ciascuna acqua viene attribuita una classe di qualità (eccellente, buono, sufficiente o scarso) sulla base dei risultati degli ultimi quattro anni di monitoraggio dei due indicatori microbiologici di contaminazione fecale (*Enterococchi intestinali* ed *Escherichia coli*) previsti dalla direttiva. Inoltre, vengono riportate ulteriori informazioni correlate alla qualità, quali divieti applicati, deroghe pregresse e trend qualitativo.

La **sezione 3** contiene le informazioni minime per lo studio del territorio cui appartiene l'acqua di balneazione, ovvero l'area di influenza, che può coincidere con l'intero bacino drenante, o una sua porzione. Attraverso la sezione 3, è possibile effettuare un'attenta analisi dell'area, verificando la presenza di fonti di inquinamento, diffuso o puntuale, che potrebbero incidere sulla qualità dell'acqua. Ciò consente di gestire la qualità dell'ambiente acquatico e ridurre al minimo i rischi per la salute umana. Per tale motivo, è utile riportare una breve descrizione geografica del contesto territoriale, con particolare cura di alcuni aspetti, quali per esempio, la media annuale delle precipitazioni all'interno del bacino e le informazioni relative alle portate ed al carattere dei corsi d'acqua, nonché la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici ai sensi del D.Lgs. 152/06. In particolare, queste ultime informazioni sono molto utili per capire la diffusione di eventuali contaminanti, attraverso strumenti predittivi, quali per esempio, i modelli matematici previsionali o l'analisi delle serie storiche dei dati. Inoltre, vengono individuate e descritte le principali cause di inquinamento quali i sistemi di trattamento delle acque reflue, gli allevamenti zootecnici, gli insediamenti industriali e le aree ad uso agricolo. Poiché la classificazione di un'acqua è basata sulla contaminazione batteriologica, un'attenzione particolare, è posta ai sistemi di trattamento delle acque reflue. A questo scopo è utile una descrizione della rete di collettamento e depurazione che comprenda anche la valutazione dell'efficienza dei carichi inquinanti in uscita e la conformità degli impianti di depurazione agli standard previsti dalla direttiva 91/271/CE. Per un migliore inquadramento dell'area, anche a scopi divulgativi, è importante realizzare una cartografia georeferenziata che illustri i limiti dell'area di influenza e la localizzazione delle fonti di inquinamento.

Infine, la **sezione 4** affronta approfonditamente le criticità delle acque di balneazione in termini

di valutazione degli impatti provocati dalle fonti di inquinamento identificate nella sezione 3. La valutazione può scaturire da una profonda conoscenza del territorio e dall'analisi delle serie storiche dei dati di monitoraggio, effettuato anche ai sensi di altre direttive, e/o mediante l'utilizzo di modelli previsionali. Tra le criticità prese in considerazione vi è una forma di inquinamento microbiologico dovuto ai parametri *Escherichia coli* ed enterococchi intestinali definito "Short-Term Pollution" (STP). Si tratta di una forma di inquinamento per il quale la direttiva 2006/7/CE ha definito puntuali requisiti quali: le cause sono chiaramente identificabili; esso non deve influenzare la qualità dell'acqua di balneazione interessata per più di 72 ore circa dal momento della prima incidenza; l'autorità competente stabilisce opportune procedure per prevedere e affrontare tali episodi. Pertanto, è necessario che all'interno del profilo siano riportate informazioni circa la natura, la frequenza e la durata dell'inquinamento previsto, nonché le relative misure di gestione adottate o da adottarsi per l'eliminazione delle cause.

Riveste un ruolo particolarmente importante la sua "prevedibilità". Infatti, questa implica una conoscenza approfondita del territorio, da parte delle Autorità competenti, tale da permettere anticipatamente anche l'individuazione delle condizioni a contorno (ad esempio condizioni meteorologiche) e delle potenziali cause (ad esempio possibilità di rottura di una rete fognaria, run-off) che possano scatenare l'evento stesso. Questi ultimi due aspetti sono molto utili nel caso in cui la previsione di un evento venga fatta attraverso modelli matematici previsionali.

L'applicazione di modelli numerici nella valutazione degli impatti di inquinanti sulle acque di balneazione fornisce elementi sia per l'identificazione dell'estensione dell'area soggetta agli effetti dell'inquinamento, sia per quantificare se il carico di inquinante costituisca o no un rischio per la balneazione (secondo quanto previsto nel Decreto Legislativo n.116 del 30 maggio 2008). I modelli numerici sono inoltre un valido ausilio per la formulazione e la valutazione dell'efficacia di ipotesi di gestione, volte alla minimizzazione dell'impatto di una data fonte di inquinamento.

Nel Decreto viene dato rilievo al ruolo dell'informazione del cittadino, richiedendo che essa sia adeguata e tempestiva. I modelli numerici possono dare risposta a questa esigenza, fornendo gli elementi necessari per informare sui possibili impatti di inquinanti sulle acque di balneazione e prevenire quindi i rischi per la salute umana. Essi, inoltre, possono anche fornire indicazioni aggiuntive utili per la sicurezza dei bagnanti e a fini turistici, come ad esempio sulle condizioni del mare, sui rischi legati a correnti e moto ondoso, informazioni sul vento per velisti e surfisti e così via. Infine la modellistica numerica può anche essere integrata in un sistema di allarme rapido per la tempestiva segnalazione, tramite sistemi automatici, dell'inizio di fenomeni di inquinamento sia nella stesura del profilo che per la valutazione degli effetti dovuti a inquinamento di breve durata.

Altre criticità che al momento costituiscono un potenziale rischio sanitario ed ambientale da segnalare nel profilo sono le fioriture dei cianobatteri e di *Ostreopsis cf. ovata*. Per i cianobatteri, che vivono in sospensione nella colonna d'acqua, prevalentemente nei laghi, particolare rilievo assume la loro determinazione numerica e tassonomica. Infatti, in condizioni ambientali favorevoli, questi microrganismi possono produrre tossine e sviluppare quantità ingenti di biomassa. L'effetto di ciò è un peggioramento della qualità dovuto alla produzione di sostanze con proprietà odorose acute e persistenti e colorazione anomala dell'acqua (figura 1).

Nel caso la valutazione evidenzi un impatto legato alla proliferazione cianobatterica è necessario adottare alcune misure di tutela per i bagnanti tra cui l'istituzione di un monitoraggio specifico. Per una corretta gestione del fenomeno e per l'informazione ai cittadini è opportuno riportare la specie responsabile, le abbondanze, l'eventuale tossicità e le condizioni al contorno, che permettono di valutare la possibilità che l'evento possa ripetersi nelle stagioni successive. Anche in questo caso devono essere indicate le misure di gestione messe in atto. A tal proposito, alla luce di nuove conoscenze sul fenomeno, sono in via di revisione le linee guida per la previsione e la gestione della proliferazione. Queste forniranno informazioni circa la presenza nelle acque delle principali specie tossiche, la natura delle tossine, i fattori ambientali e quindi le cause che determinano lo sviluppo di questi microrganismi.

Come per i cianobatteri, deve essere valutato anche il potenziale di proliferazione di altri organismi quali macroalghe, fitoplancton e altre specie potenzialmente tossiche. Nel profilo vengono

riportati gli eventi pregressi ed indicati gli eventuali effetti tossici sui bagnanti e sull'ecosistema acquatico. Inoltre, sono descritte le principali misure di gestione adottate (es. divieti, programma di sorveglianza e monitoraggio, ecc.) e valutata la possibilità che la fioritura possa ripetersi in futuro.

In questo contesto si colloca la valutazione della proliferazione della specie potenzialmente tossica *Ostreopsis cf. ovata*, una microalga bentonica produttrice di tossine (palitossine, ovatossine e analoghi), segnalata per la prima volta in Italia nel 1994 (Mar Tirreno) e ad oggi riscontrata, nel periodo estivo-autunnale, in tutte le regioni costiere ad eccezione di Emilia Romagna, Molise e Veneto (Rapporto ISPRA n. 173/2012). Particolarmente importanti dal punto di vista ambientale e sanitario risultano essere le sue fioriture per gli effetti nocivi tossici sulla salute umana e sugli organismi bentonici. Per tale ragione, il fenomeno viene monitorato a livello nazionale a partire dal 2006, dopo alcuni casi di intossicazione di bagnanti verificatisi a Genova durante la stagione estiva 2005.

Nel profilo vanno indicati gli eventuali effetti tossici sia per l'uomo che per gli organismi acquatici anche di interesse commerciale. L'esposizione umana al bioaerosol marino e al contatto diretto con l'acqua determina rispettivamente l'insorgenza di una sintomatologia simil-influenzale e irritazioni cutanee. Inoltre, nelle fasi avanzate della fioritura, spesso si osserva la formazione di una patina brunastra sul fondale che può essere facilmente risospesa in acqua dando origine a flocculi e schiume superficiali che possono limitare la fruibilità dell'acqua di balneazione. Per tutti questi motivi deve essere messa in atto una opportuna attività gestionale che, coerentemente con le Linee guida del Ministero della Salute (Fasi del piano di sorveglianza) e i protocolli operativi ISPRA, comprenda una serie di azioni mirate sia all'acquisizione delle informazioni sull'andamento della proliferazione microalgale (monitoraggio) e sia all'adozione di misure di prevenzione. Pertanto, quando durante il controllo di routine si rilevano valori elevati di abbondanze cellulari, con la tendenza ad aumentare nel tempo, il monitoraggio viene intensificato e si avviano indagini sullo stato di salute di organismi marini (Fase di Attenzione/Allerta). Quando, in aggiunta alle situazioni sopra riportate, sono presenti condizioni meteo-marine tali da mantenere la fioritura (scarso idrodinamismo) e favorire la formazione di aerosol (venti forti da mare, alta pressione atmosferica) viene attivata la fase di emergenza del piano di sorveglianza. Questa prevede, in particolare, l'intensificazione del monitoraggio, la delimitazione dell'area interessata, l'allontanamento dalla spiaggia ed inoltre il divieto di balneazione. Molto importanza viene data all'informazione del cittadino sulla problematica nelle varie fasi di sorveglianza, che deve essere attuata attraverso adeguati mezzi e tecnologie di comunicazione (cartellonistica, brochure, siti internet istituzionali) senza penalizzare attività turistiche ed economiche.

Ad oggi non esistono strumenti (modelli previsionali) per prevedere con certezza se l'evento di fioritura si ripeterà nelle stagioni successive. Sulla base dei dati di monitoraggio tuttavia, è possibile segnalare sul profilo l'area impattata come area a potenziale rischio di proliferazione che pertanto nel futuro deve essere sottoposta a sorveglianza.

Figura 1 - Fioritura di cianobatteri (*Plankthotrix rubescens*), nel lago di Vico (fig.A) e di *Ostreopsis cf. ovata* nel nord adriatico (schiume superficiali, fig.B)



(A)



(B)

Fonte: (A) <http://www.inviatospeciale.com/> (B) ARPA Friuli Venezia Giulia

BIBLIOGRAFIA

European Commission. A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. Bruxelles SWD(2012) 381 final 14.11.2012 da: <http://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/>

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, supplemento ordinario n. 96 alla G. U n. 88 del 14 aprile 2006.

Direttiva 2006/7/CE della Commissione del 1 agosto 2006. G. U. dell'Unione europea L 214/29 del 4 agosto 2006

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000. G. U. dell'Unione europea L 327/1 del 22 dicembre 2000.

Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991 G. U. L 375 del 31 dicembre 1991

Decreto Ministero della Salute 30 marzo 2010, supplemento ordinario n.97 alla G. U. n.119 del 24 maggio 2010

Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, G. U. n. L 135 del 30/05/1991

Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n.116, G.U. n.155 del 4 luglio 2008

ISPRA, Rapporto n. 173/2012 da: <http://www.isprambiente.gov.it/it/publicazioni/rapporti>

ISPRA, Valutazione dell'impatto di inquinanti sulle acque di balneazione tramite l'utilizzo di metodi numerici. Versione 1 - Maggio 2010 da: <http://www.isprambiente.gov.it/files/linee-indirizzo-inq-acque-balneazione.pdf>

BOX - LE FIORITURE DI *OSTREOPSIS CF. OVATA* SULLA FASCIA COSTIERA DELLA CITTÀ DI PALERMO

A. ABITA, P. AIELLO, V. M. BUSCAGLIA, A. GRANATA

ARPA Sicilia

1. INTRODUZIONE

ARPA Sicilia, ha avviato già dal 2007 Piani di Monitoraggio per seguire le dinamiche di *Ostreopsis* e di altri dinoflagellati potenzialmente tossici nell'ecosistema marino-costiero

In Sicilia, le attività connesse con le fioriture di *Ostreopsis* sono regolamentate, oltre che dalle Linee guida del Ministero della Salute del maggio 2007 "Gestione del rischio associato alle fioriture di *Ostreopsis ovata* nelle coste italiane", anche da una Circolare Regionale Interassessoriale n. 1216 del 6/7/2007 "Emergenza fioritura algale presso i litorali marino-costieri: linee di indirizzo sanitarie, attivazione del sistema di allerta e programma di monitoraggio ricognitivo-analitico". Entrambe indicano, come limite precauzionale a tutela della salute pubblica, la densità di 10.000 cell/l in acqua. I risultati del monitoraggio, vengono pubblicati e giornalmente aggiornati sul sito di Arpa Sicilia (www.arpa.sicilia.it) con navigazione grafica ed elenco delle località di campionamento al fine di informare il cittadino. Di seguito si descrivono le attività e i risultati della campagna di monitoraggio effettuata nella stagione estiva 2012 lungo le coste della città di Palermo.

2. STAZIONI, CAMPIONAMENTO, QUANTIFICAZIONE E IDENTIFICAZIONE

Nelle tre stazioni della costa palermitana (Fig. 1), sono stati effettuati campionamenti nel periodo giugno-settembre con cadenza mensile o quindicinale. Nella stazione di Vergine Maria, è stato effettuato un prelievo anche nel mese di ottobre. Campionamenti supplementari, sono stati effettuati nel momento in cui si è rilevata una densità cellulare superiore alle 10.000 cell/l, fino al rientro delle densità al di sotto di tale valore.

Sono stati prelevati campioni di acqua e macroalghe, seguendo il metodo classico, con una sola replica in acqua e tre repliche sulle macroalghe, per l'analisi delle microalghe e campioni di acqua per la determinazione dei nutrienti (N totale, NH_4 , NO_2 , NO_3 , SiO_2 , Pt, PO_4) della clorofilla a e della torbidità. Inoltre, sono stati registrati i principali parametri fisico-chimici in situ (temperatura dell'aria e dell'acqua, pH, salinità, ossigeno disciolto) e le indicazioni sulle condizioni meteorologiche (temperatura dell'aria, vento, moto ondosso, nuvolosità), nonché le caratteristiche della stazione (eventuale colorazione anomala, presenza di schiuma, alterazione delle comunità) al momento del campionamento. E' stato registrato inoltre l'irraggiamento solare al momento del campionamento dal sito <http://www.sias.regione.sicilia.it/>.

L'analisi quantitativa *Ostreopsis* è stata effettuata secondo il metodo della sedimentazione Utermöhl (UNI EN 15204) mentre la sua identificazione è avvenuta su base morfometrica. Gli esiti dell'analisi morfologica effettuata in epifluorescenza hanno identificato l'*Ostreopsis cf. ovata* quale specie presente lungo la costa palermitana (Figura 2). Nella stazione di Vergine Maria, che ha sempre registrato elevate densità, *O. cf. ovata* è stata confermata dall'analisi genetica (A. Penna, Univ. di Pesaro) già in campioni del 2011.

3. RISULTATI DEL MONITORAGGIO

Nel corso del 2012 si sono registrate fioriture già a partire dalla metà di giugno sia nella stazione di Sferracavallo che di Vergine Maria. Quest'ultima ha presentato anche negli anni precedenti una elevata densità di *Ostreopsis* spp. Effettivamente l'estate 2012 si è caratterizzata per la frequenza delle ondate di caldo già dal mese di giugno. A differenza dei due anni precedenti, nel 2012 si è registrato un aumento delle temperature minime, medie e massime. Tale dato conferma l'influenza della temperatura sul fenomeno della fioritura algale sebbene la stessa non possa essere individuata come unica causa. Le Figure 3-5 riportano gli andamenti delle densità di *Ostreopsis* cf. *ovata* in acqua e sulle macroalghe in tutte e tre le stazioni nel triennio 2010-2012. E' evidente come nella stazione di Vergine Maria (figg. 3-5) le densità cellulari misurate sono sempre ben più elevate rispetto alle altre due stazioni e si sono ripetuti durante la stagione estiva gli eventi di fioritura. La stazione risulta compromessa dalla presenza di più scarichi fognari. Decisamente più basse le densità registrate nella stazione a minore impatto antropico, Barcarello, raggiungendo solo occasionalmente valori superiori alle 7000 cell/l. Anche sulle macroalghe in questa stazione si sono rilevate solo nel 2012 densità nell'ordine delle 100.000 cellule per grammo di peso fresco. Ciò sembrerebbe supportare l'ipotesi di una relazione tra impatto antropico e occorrenza delle fioriture. Tuttavia, l'analisi della densità della microalga e dei nutrienti ottenuti durante la campagna di monitoraggio non sembra evidenziare alcuna correlazione.

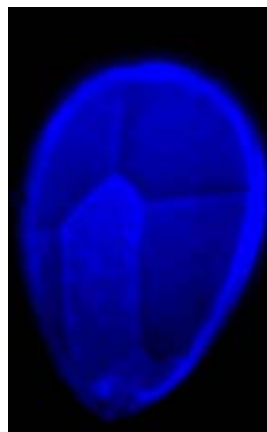
Si avvalorano quindi l'ipotesi che i fenomeni di fioritura non possano essere attribuiti ad un singolo fattore ma bensì sono il risultato di un effetto sinergico degli stessi, che ha come presupposto le condizioni morfologiche e climatiche necessarie alla proliferazione delle microalghe, nonchè dell'impatto antropico presente nell'area. Anche le stazioni precedentemente monitorate quali Capo Gallo e la spiaggia di Mondello rispondono a questa ipotesi: la prima perchè a bassissimo impatto antropico ed esposta a forti correnti, la seconda in quanto non presenta le caratteristiche morfologiche idonee alla proliferazione della microalga. Infine la stazione di Acqua dei Corsari, che ha presentato densità non particolarmente elevate (33.000 cell/l), potrebbe presentare modeste fioriture della microalga proprio a causa del notevole impatto antropico nell'area (presenza di vari scarichi e di un sito contaminato da olio combustibile).

Figura 1 - Localizzazione stazioni di monitoraggio



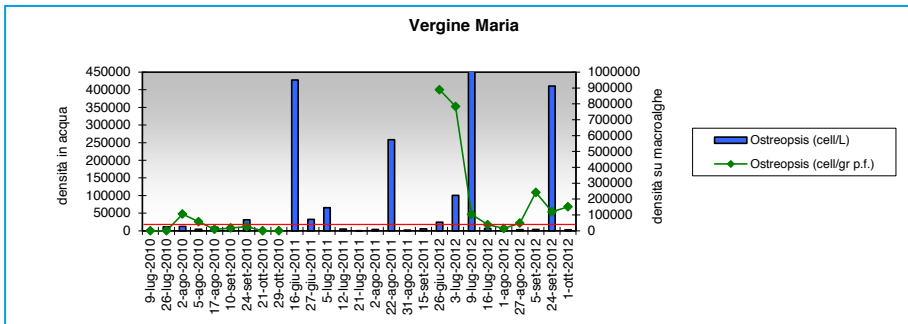
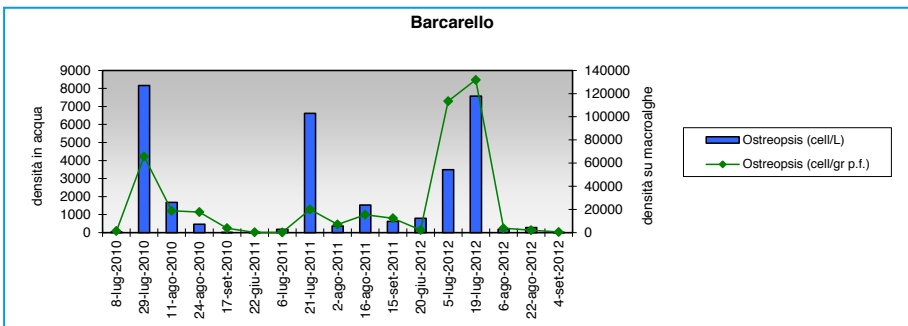
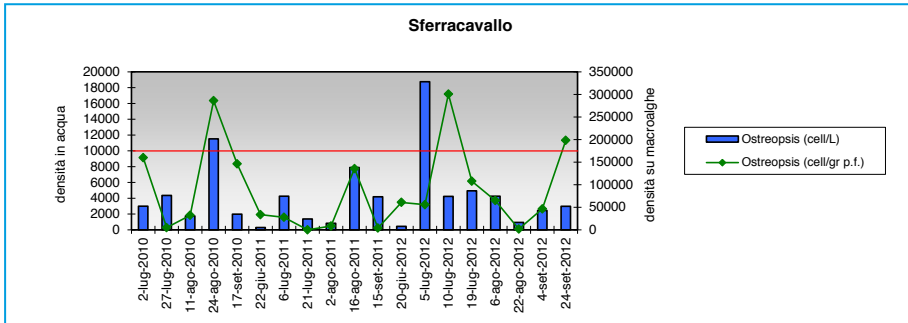
Fonte: ARPA Sicilia (Google Earth)

Figura 2 - *O. cf. ovata*



Fonte: ARPA Sicilia

Figure 3-5 - *Ostreopsis cf. ovata* nel triennio 2010-2012 (in rosso il limite precauzionale delle 10.000 cell/l)



BOX - IL BOLLETTINO PREVISIONALE ARPAL DEL RISCHIO DI FIORITURE OSTREOPSIS

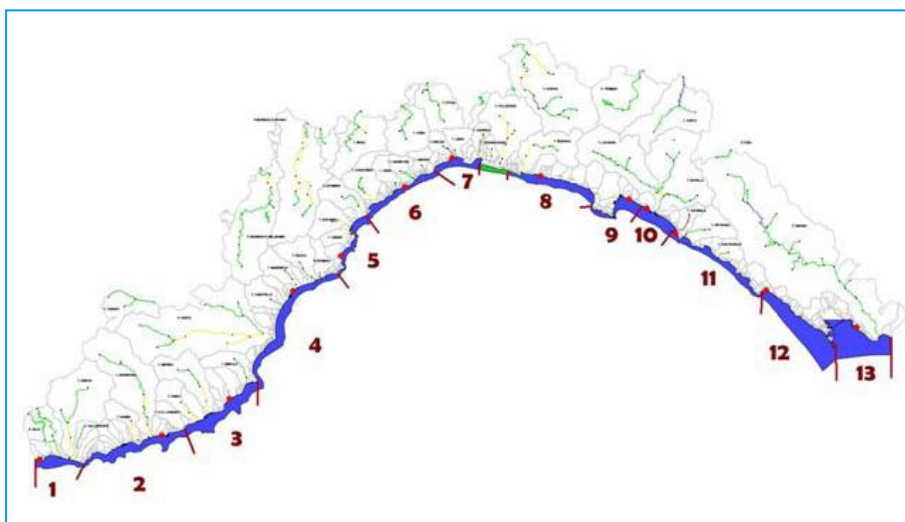
R. BERTOLOTTO E P. MORETTO

ARPA Liguria

Nell'ottica della Direttiva 2006/7/CE, che attribuisce particolare importanza all'informazione al pubblico e alla prevenzione, a partire dal 2011 l'ARPA Liguria pubblica sul suo sito un "bollettino previsionale" del rischio di fioriture di *Ostreopsis*, mirato a stimolare nel pubblico comportamenti di autoprotezione così concepito:

- la costa ligure è suddivisa in 13 aree, adottando come base la suddivisione esistente dei corpi idrici marino-costieri monitorati ai sensi del D.Lgs.152/06, accorpati secondo criteri di fattibilità;
- a ognuna di tali aree viene settimanalmente associata una "classe di rischio di fioritura *Ostreopsis*", contraddistinta da un colore (bianco, verde, giallo, arancio) e attribuita sulla base delle condizioni meteo previste (temperatura aria, pressione atmosferica, direzione del vento). Una ulteriore classe di rischio (rosso) NON PREVISIONALE si raggiunge quando, oltre a tutte le condizioni della classe che la precede, si accerta anche la presenza di casi di intossicazione documentati da ASL;
- a validazione del sistema previsionale, per ogni area è individuato un punto di monitoraggio rappresentativo della situazione più favorevole alla proliferazione dell'*Ostreopsis* in cui eseguire indicativamente ogni quindici giorni rilievi visivi, misure in situ, prelievo di campioni di acqua e macroalghe;
- al raggiungimento della classe di rischio giallo, si procede con verifiche puntuali e approfondimenti.

Figura 1 - Aree costiere e stazioni di monitoraggio



Fonte: ARPA Liguria

Lo schema del modello previsionale e delle azioni conseguenti è descritto nella tabella di seguito (Tab. 1), in cui sono stati associati anche i contenuti della comunicazione da fornire alle amministrazioni e al cittadino.

Negli ultimi anni, in caso di fioritura algale, le amministrazioni comunali liguri preferiscono dare le corrette informazioni alla popolazione -anche turistica - senza vietare tratti di costa alla balneazione.

Dal 2011 non si è mai verificato un “allarme rosso” con emergenza sanitaria conclamata.

Tabella 1 - Schema di Bollettino previsionale ARPAL

| SITUAZIONE AMBIENTALE | COMUNICAZIONE oltre alla pubblicazione sul sito | MISURE DI PREVENZIONE |
|--|---|--|
| Da ottobre a maggio oppure presenza < 10.000 cell/l | nessuna | nessuna |
| <ul style="list-style-type: none"> • Presenza > 10.000 cell/l • T° aria < 27° • Condizioni meteo sfavorevoli alla fioritura | nessuna | nessuna |
| <ul style="list-style-type: none"> • Presenza > 10.000 cell/l • T° aria > 27° • Condizioni meteo che favoriscono e mantengono la fioritura. | Fase di Precauzione: comunicazione a Regione, ASL, Comuni interessati. | Prestare attenzione a soggiornare e bagnarsi in tratti mare di acqua ferma, piccole insenature chiuse o con barriera a mare affiorante o soffolta. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fioritura conclamata (presenza patina di fondo e aggregati schiumosi galleggianti) • Condizioni meteo favorevoli alla formazione di aerosol | Fase di ATTENZIONE: Comunicazione a Regione, ASL, Comuni interessati. Eventuale convocazione tavolo tecnico da parte del Comune. | Allontanarsi dal tratto di mare interessato. |
| Fioritura conclamata con evidenze sanitarie comprovate dalle ASL; condizioni meteo stabili. | Fase delle AZIONI: Comunicazione a Regione, ASL, Comuni interessati e pubblicazione sul sito. Possibile ordinanza comunale. | Allontanarsi dal tratto di mare interessato e prestare attenzione alle indicazioni dell'amministrazione comunale. |

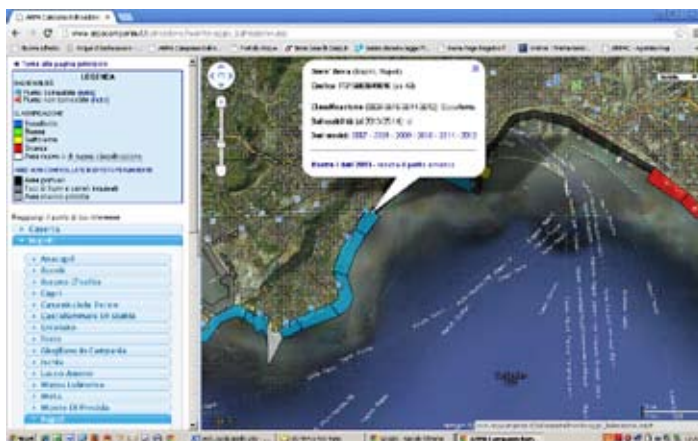
Fonte: ARPA Liguria

BOX - UN APPLICATIVO DI GOOGLE MAPS PER LA GESTIONE DEI DATI DI BALNEAZIONE IN ARPA CAMPANIA

L. DE MAIO, E. LIONETTI

ARPA Campania

A partire dal recepimento delle norme comunitarie relative al controllo sulla qualità delle acque di balneazione e in attuazione dei principi del d.lgs 116/2008, nonché dei criteri fissati dal D.M. 30/03/10, ARPAC, quale ente strumentale della Regione Campania, ha progettato e sviluppato con il personale interno all'Agenzia uno specifico software con relativa base dati, in risposta alle disposizioni di cui all'art. 15 del d.lgs 116/2008 in materia di informazione al pubblico.



L'obiettivo prioritario del progetto è stato quello di realizzare un valido strumento che garantisca la divulgazione puntuale delle informazioni sulla qualità delle acque di balneazione e promuovesse con tempestività una efficace comunicazione con la partecipazione attiva del pubblico per eventuali suggerimenti, osservazioni o reclami.

Successivamente, in fase di progettazione ci si è prefissato l'ulteriore fine di mettere a punto un sistema informatizzato di lavoro valido e fruibile per gli addetti al settore che contenesse ogni informazione sulla specifica tematica utile anche per gli aspetti decisionali.

Ciò per rispondere non solo all'esigenza di fornire in tempi rapidi alle istituzioni e all'utenza i dati del controllo a mare, ma anche per dare indicazioni sulle criticità che emergono nel corso del monitoraggio e provvedere alla loro risoluzione.

Il presupposto fondamentale del software è stato quindi quello di dotarsi di uno strumento gestionale in linea con l'evoluzione della normativa comunitaria che si fonda sulla valutazione integrata dei dati analitici di qualità delle acque e degli elementi di rischio.

Arpac, ha così dedicato nella home page del suo web istituzionale www.arpacampania.it una sezione tematica, intitolata "Balneazione", che consente di consultare in tempo reale gli esiti della campagna di monitoraggio attraverso una interfaccia cartografica delle aree di balneazione cor-

redata da illustrazioni fotografiche, nonché la documentazione normativa di riferimento e l'archivio storico dei dati per gli anni che hanno generato la classificazione delle acque di balneazione. Il software, strutturato sull'utilizzo dell'applicativo "google maps", (realizzato in Java script e asp sfruttando le API di gool maps) permette di visualizzare mappe interattive delle aree di balneazione oggetto di interesse. Il modello di interazione tra l'utente ed il sistema dedicato alla balneazione segue perciò i canoni tipici di Internet, dove la navigazione è realizzata tramite elementi visivi a carattere testuale e iconografico che agevolano la consultazione finalizzata alle azioni da intraprendere.

La gestione delle utenze non ha vincoli specifici ed è accessibile via Internet all'indirizzo web di ARPAC.

La rappresentazione grafica del web di ARPAC per una chiarezza immediata distingue lungo tutto il litorale della costa campana le acque adibite alla balneazione in maniera simbolica con tratti colorati in base alla classificazione (Rosso=scarsa; Giallo=sufficiente; Verde=Buona; Azzurro=Eccellente) corrente determinata secondo i criteri normativi; mentre i punti di campionamento in esse ricadenti vengono individuati con bandierine di colore blu se sono dichiarati balneabili e bandierine di colore rosso per indicare quelli non balneabili. Inoltre, sono indicate con il colore bianco le acque di nuova istituzione e quelle cosiddette "di nuova classificazione", quelle cioè recuperate, a seguito di interventi di risanamento, nel corso delle stagioni balneari 2011 e 2012, dal vincolo del succitato art.7.

Analogamente le aree non destinate all'uso balneare e pertanto vietate per motivi diversi dall'inquinamento come le Aree portuali, le Foci di fiumi e canali non risanabili e le Aree marino-protette vengono identificate con colori nell'ambito delle sfumature del grigio e riportate in forma anche tabellare con le coordinate geografiche degli estremi, il comune di appartenenza e la lunghezza in metri.

Nello specifico la ricerca per punto di prelievo apre una schermata riportante l'anagrafica dell'acqua di riferimento con la denominazione esatta del punto di monitoraggio della stagione balneare in corso, il codice identificativo generato dal Ministero della Salute, a partire all'applicazione della normativa vigente, relazionato con quello utilizzato in precedenza. E' garantita un'informazione accurata sull'andamento della campagna dei campionamenti previsti per legge e l'individuazione immediata delle analisi cosiddetti "fuori norma" in quanto eccedenti i valori limite definiti dalla legge. La sezione ha l'obiettivo di gestire i dati in corso di stagione, ma prevede anche una partizione specifica per l'archivio storico a partire dal 2007.

Data l'attenzione suscitata in particolare dall'emergenza "mucillagine", manifestatasi nel corso della scorsa stagione balneare, si è ravvisata la necessità di sviluppare un'apposita sezione intitolata "Approfondimenti" e relativa all'attività di sorveglianza a mare che ARPAC garantisce attraverso servizi straordinari di controllo per monitoraggio di anomalie. Tale sezione è articolata in sottosezioni contenenti informazioni su ciascuno specifico argomento: Mucillagine, Ostreopsis ovata, Meduse, Macroinquinamento solido galleggiante, Fioriture algali, ecc., corredate da relazioni tecniche delle indagini eseguite attraverso sopralluoghi, immersioni subacquee, rilievi fotografici, campionamenti e accertamenti analitici.

In attivazione delle procedure definite dal DM 30 marzo 2010, (attuativo del d.lgs 116/2008), relativamente ai "Profili di Balneazione", selezionando una singola acqua di balneazione è possibile linkare il cosiddetto "Profilo sintetico", una scheda riepilogativa che assicura, in un linguaggio non tecnico ma determinato, la divulgazione di informazioni riguardanti la descrizione generale delle acque di balneazione e la classificazione corrente. Inoltre, in continua evoluzione sono le implementazioni desunte dai sopralluoghi e dalle indagini effettuati sulle possibili fonti inquinanti per la stima dei loro impatti sulla qualità di ciascuna acqua di balneazione e le individuazioni di situazioni di inquinamento cosiddetto di breve durata.

Il gradimento da parte dell'utenza della sezione "balneazione" del web ARPAC è testimoniato dall'andamento relativo alle consultazioni verificate con apposito software di analisi. Infatti, a fine maggio 2013 è stato registrato un trend delle pagine visitate, circa 65.000, in crescita con l'avvio dei controlli e più marcato in prossimità del week end.

Finito di stampare nel mese di Ottobre 2013
dalla Tiburtini srl - Roma

TIBURTINI 
CARATTERE TIPOGRAFICO
tiburtini.it

