



NOTE TECNICHE  
SU CRISI IDRICHE  
SICCITÀ E  
SERVIZIO IDRICO  
INTEGRATO



**UTILITALIA**  
imprese acqua ambiente energia

NOTE TECNICHE  
SU CRISI IDRICHE  
SICCITÀ E  
SERVIZIO IDRICO  
INTEGRATO



UTILITALIA  
imprese acqua ambiente energia



Le informazioni contenute in questa pubblicazione non riflettono necessariamente la posizione o il parere degli Enti di appartenenza degli Autori. Utilitalia e gli Autori non sono responsabili per ogni uso che potrebbe essere fatto delle informazioni in essa contenute.

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	6
<b>1. ASPETTI GENERALI E DEFINIZIONI</b>	9
1.1 Aspetti terminologici relativi a eventi di siccità e scarsità idrica e di crisi idriche	9
1.2 I caratteri originali delle crisi idriche in Italia	16
<b>2. LE STATISTICHE SULL'ACQUA</b>	21
2.1 Le statistiche sull'acqua: il contributo della statistica ufficiale	21
2.2 Lo stato dei servizi idrici in Italia: la fotografia del Censimento delle acque per uso civile dell'Istat	23
2.2.1 <i>L'approvvigionamento</i>	23
2.2.2 <i>La distribuzione</i>	26
2.2.3 <i>Le perdite idriche</i>	29
2.2.4 <i>Le acque reflue urbane</i>	31
2.3 Analisi della siccità in Italia nel 2017	34
<b>3. LA GOVERNANCE DELLE RISORSE IDRICHE IN ITALIA</b>	43
3.1 Gli aspetti normativi e istituzionali della gestione delle risorse idriche	43
3.1.1 <i>Il quadro normativo</i>	43
3.1.2 <i>Il quadro istituzionale</i>	45
3.2 Il quadro pianificatorio e il ruolo degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici	47
3.2.1 <i>La pianificazione distrettuale</i>	47
3.2.2 <i>Gli Osservatori distrettuali permanenti per gli utilizzi idrici e il Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori</i>	47
3.3 Ulteriori aspetti tecnici relativi alla gestione delle risorse idriche.	50
3.3.1 <i>Le norme tecniche sui deflussi ecologici e sulle valutazioni ambientali delle derivazioni</i>	50
3.3.2 <i>L'applicazione a livello distrettuale dei decreti direttoriali sui deflussi ecologici e sulle valutazioni ambientali ex ante</i>	51
3.3.3 <i>Analisi economica in caso di scarsità idrica</i>	53
<b>4. IL MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI DI SICCIÀ E SCARSITÀ E IL PREANNUNCIO DELLE CRISI IDRICHE</b>	57
4.1 Introduzione	57
4.2 Il monitoraggio della siccità e delle scarsità idrica	60
4.3 Strumenti di preannuncio alle crisi idriche e di supporto alle decisioni	69
<b>5. LE MISURE DI MITIGAZIONE</b>	75
5.1 Dalla gestione dell'emergenza alla gestione del rischio di siccità	75
5.2 Misure di mitigazione	76
5.3 Criteri di implementazione delle misure di mitigazione	81

<b>6. GLI IMPATTI SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE DURANTE LE CRISI IDRICHE</b>	85
6.1 Effetti dei cambiamenti climatici e di eventi estremi sulle risorse idriche	85
6.2 La prevenzione e il controllo integrato	86
6.3 Piani di Sicurezza dell'Acqua e controllo dei parametri qualitativi in eventi siccitosi	88
6.3.1 <i>Formazione del team di PSA</i>	89
6.3.2 <i>Descrizione del sistema idrico</i>	90
6.3.3 <i>Identificare eventi pericolosi, pericoli, valutare i rischi e identificare misure di controllo</i>	91
6.3.4 <i>Sviluppo di piani di miglioramento</i>	93
6.4 Alcune Considerazioni	96
<b>7. LE ESPERIENZE DEI GESTORI</b>	99
7.1 ACEA	99
7.1.1 <i>Vulnerabilità</i>	102
7.1.2 <i>Crisi idrica estate 2017</i>	103
7.1.3 <i>Azioni di mitigazione</i>	104
7.1.4 <i>Azioni immediate</i>	104
7.1.5 <i>Interventi a breve termine</i>	107
7.1.6 <i>Interventi a breve e medio termine</i>	109
7.1.7 <i>Interventi strutturali</i>	110
7.2 Acqualatina	111
7.2.1 <i>La storia recente</i>	111
7.2.2 <i>Interventi del Gestore per fronteggiare la crisi idrica</i>	112
7.2.3 <i>Interventi Emergenziali</i>	112
7.2.4 <i>Interventi Infrastrutturali a medio termine - il "Piano Nuove Risorse"</i>	118
7.3 Acquedotto Pugliese	121
7.3.1 <i>La storia recente</i>	122
7.3.2 <i>La "sfida" di AQP: efficienza del sistema di trasporto e distribuzione</i>	122
7.3.3 <i>L'Innovazione tecnologica: il Tele-Controllo</i>	122
7.3.4 <i>Il risanamento del sistema idrico: la ricerca perdite</i>	124
7.3.5 <i>Investimenti per il potenziamento dell'infrastruttura</i>	124
7.3.6 <i>L'approvvigionamento idrico</i>	125
7.3.7 <i>La crisi idrica 2017</i>	128
7.3.8 <i>La distribuzione idrica</i>	131
7.3.9 <i>La crisi del 2017</i>	132
7.3.10 <i>Riuso delle acque reflue</i>	134
7.4 SMAT Torino	136
7.4.1 <i>La crisi dell'ottobre 2017</i>	136
7.4.2 <i>Le misure infrastrutturali</i>	139
7.4.3 <i>Le prossime sfide - La visione strategica</i>	148

<b>8. IL RUOLO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE NEL CICLO DI GESTIONE DELLE CRISI IDRICHE</b>	151
8.1 Premessa	151
8.2 Previsione e prevenzione	152
8.3 Il contrasto e il superamento delle emergenze	160
8.4 Le crisi idriche degli ultimi anni in Italia	162
8.5 Prospettive future	164
<b>9. VALUTAZIONI CONCLUSIVE</b>	167
9.1 Lo stato dell'arte	167
9.2 Gli interventi finalizzati alla prevenzione delle crisi idriche	168
9.3 Alcune Considerazioni	170
<b>ALLEGATO 1: LA SICCIÀ NEL LAGO DI BRACCIANO</b>	175
<b>ALLEGATO 2: SITUAZIONI DI EMERGENZA E PROGRESSO NORMATIVO</b>	179
<b>ALLEGATO 3: STUDIO UTILITALIA SUGLI INVESTIMENTI LEGATI ALLE CRISI IDRICHE</b>	181
<b>ALLEGATO 4: L'OSSERVATORIO PERMANENTE DEGLI UTILIZZI IDRICI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO E LA GESTIONE DELLE CRISI IDRICHE</b>	183
<b>GLOSSARIO</b>	189
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	193
<b>AUTORI</b>	199

## PREMESSA

Il presente manuale, nato dalla collaborazione di Organizzazioni e Istituti di Ricerca Nazionali, oltre che di Utility impegnate sul territorio, ha lo scopo di fornire una rassegna, la più esaustiva possibile, sulle attività di monitoraggio, previsione e gestione degli eventi di siccità e scarsità idrica oltre a quelle preposte alla mitigazione degli impatti di tali fenomeni.

Il territorio italiano, per le sue caratteristiche climatiche, rientra tra le aree del globo maggiormente soggette a siccità. Tra gli eventi più severi verificatesi dal secolo scorso ai tempi odierni si possono ricordare quelli del 1921, del 1938, degli anni 1988 – 1990, e quella recente del 2017. Studi recenti sugli eventi siccitosi accaduti nel sud dell'Europa nel periodo 1951 – 2015 hanno mostrato, specie nel periodo estivo, un aumento della frequenza e della severità di tali eventi, in particolare nell'area Mediterranea. Nel 2007 è stato, inoltre, stimato che tra il 1976 e il 2006 l'11% della popolazione europea e il 17% del suo territorio sono stati affetti da eventi di scarsità idrica, con un impatto economico di 100 miliardi di euro per i danni causati da tale fenomeno.

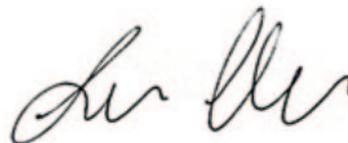
Le previsioni stimano che il rischio di siccità aumenti nel prossimo futuro a causa dei cambiamenti climatici che nei Paesi mediterranei, molto probabilmente, provocheranno una riduzione delle precipitazioni ed un incremento delle temperature. Anche altri cambiamenti globali, come la crescita demografica, il trasferimento delle popolazioni verso le zone meno aride del globo, l'urbanizzazione, lo sviluppo turistico e l'inquinamento di acque e suolo, potranno portare, per molte aree, ad un aumento della vulnerabilità alla siccità ed al rischio di scarsità idrica permanente. In linea generale, questo fenomeno climatico estremo può costituire un disastro naturale in grado di produrre notevoli danni nei diversi settori economici maggiormente sensibili alla riduzione delle risorse idriche, nonché rilevanti impatti sull'ambiente e sulla società. Inoltre, siccità particolarmente severe possono contribuire ad esasperare i conflitti esistenti tra i diversi usi delle risorse (civili, agricoli, industriali e idroelettrici), specialmente nelle regioni con un clima semiarido, caratterizzate da condizioni di scarsità idrica permanente.

Il frequente verificarsi di calamità naturali ha di fatto indicato l'esigenza, da anni, di favorire la realizzazione di interventi strutturali e la progettazione di appositi piani orientati a prevenire e mitigare gli effetti dannosi legati a questo tipo di emergenze. Tuttavia la siccità, a differenza di altre calamità naturali (quali alluvioni, terremoti, piene), non si manifesta in modo repentino, ma, prima di rivelarsi, richiede un discreto periodo di tempo (settimane – mesi). Tale peculiarità favorisce di fatto la possibilità di prepararsi in anticipo ad affrontare le fasi acute delle imminenti emergenze, purché si disponga di un sistema di monitoraggio tempestivo e affidabile del fenomeno e delle conseguenti carenze idriche: la definizione dei piani di intervento e delle misure di mitigazione costituisce infatti un presupposto fondamentale per l'attuazione di un'efficace strategia di gestione della siccità.

La siccità impatta, oltre che sull'utenza, anche sul gestore del Servizio Idrico Integrato che in queste situazioni svolge un ruolo fondamentale nella gestione della crisi, poiché, in qualunque condizione, deve garantire un servizio efficace e di qualità all'utenza. Il tutto viene affrontato utilizzando il proprio *know-how* tecnico, organizzativo e gestionale, rendendo quindi il sistema più resiliente nel tempo. Il manuale analizza anche le esperienze di alcuni gestori che hanno affrontato crisi idriche legate a siccità nel recente passato e le varie soluzioni che hanno messo in campo per superare l'emergenza idrica; tali esperienze mostrano la consapevolezza dei gestori in merito all'importanza della gestione del rischio di deficienza idrica, che permette di mettere in atto piani di miglioramento dei sistemi di approvvigionamento attraverso varie misure, soprattutto a lungo termine.

*Giordano Colarullo*

*Direttore Generale Utilitalia*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Giordano Colarullo', written in a cursive style.



# 1. ASPETTI GENERALI E DEFINIZIONI

## 1.1 Aspetti terminologici relativi a eventi di siccità e scarsità idrica e di crisi idriche

Molteplici sono le espressioni che nel linguaggio comune fanno riferimento a quei fenomeni in cui si manifesta uno squilibrio negativo tra la disponibilità di acqua per un determinato uso e il completo soddisfacimento del fabbisogno richiesto per lo stesso uso; si parla indifferentemente di siccità, scarsità idrica, deficienza idrica, crisi idrica, emergenza idrica, desertificazione, ecc. Tali espressioni nel linguaggio tecnico non sono tuttavia tutte sinonimi ma fanno riferimento a fenomeni diversi nei caratteri e nella eziologia.

Distinguere e definire in maniera, per quanto possibile, precisa e puntuale tali manifestazioni non costituisce un mero esercizio linguistico, ma rappresenta un presupposto importante soprattutto dal punto di vista della individuazione delle necessarie misure e azioni da mettere in atto per fronteggiare tali situazioni.

Anche in ambito tecnico-scientifico non esiste una definizione univoca, universalmente accettata, di tali fenomeni per cui in questo capitolo faremo riferimento a definizioni che abbiano soprattutto natura operativa e funzionale alla gestione dei fenomeni, in particolare nell'ambito degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici promossi dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – MATTM e istituiti a partire da luglio 2016 in ciascuno dei sette distretti idrografici (che saranno ampiamente descritti nel **Capitolo 3**) e del Comitato tecnico di coordinamento nazionale presso il MATTM.

Gli Osservatori permanenti costituiscono una misura dei Piani di gestione dei distretti idrografici – PDG ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (DQA, *Water Framework Directive 2000/60/EC* – WFD) e sono anche chiamati a stabilire il grado di severità per l'applicazione delle deroghe al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici previste all'art. 4, comma 6, della stessa Direttiva<sup>1</sup>. Le definizioni riportate faranno, perciò, principalmente riferimento ai documenti elaborati in seno alla Commissione Europea sulla gestione degli eventi di siccità e scarsità idrica e, in particolare, a quelli realizzati a supporto dell'implementazione della DQA.

Già con la Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio “Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione europea” del 2007 (COM(2007) 414 definitivo) era stato affrontato l'obiettivo di definire a livello europeo una politica comune su queste tematiche, utilizzando uno stesso linguaggio da parte dei decisori politici ([http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm)). Inoltre, nell'ambito della programmazione 2007 – 2009 della *WFD Common Implementation Strategy* – CIS era stato istituito un *Expert Network on Water Scarcity and Droughts* composto da esperti degli Stati Membri e da portatori di interesse con il mandato di valutare l'estensione, la rilevanza e gli impatti di tali eventi a scala europea, di identificare eventuali gap normativi e di azione, anche in termini di misure da adottare nelle fasi di preparazione e mitigazione, nonché di individuare una lista delle questioni

<sup>1</sup> Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE, art. 4, comma 6: *Il deterioramento temporaneo dello stato del corpo idrico dovuto a circostanze naturali o di forza maggiore eccezionali e ragionevolmente imprevedibili, in particolare alluvioni violente e siccità prolungate, o in esito a incidenti ragionevolmente imprevedibili, non costituisce una violazione delle prescrizioni della presente direttiva, purché ricorrano tutte le seguenti condizioni: [...].*

aperte legate al processo di implementazione della DQA, come quelle legate alla questione delle deroghe o alla definizione di un Piano di gestione della siccità (European Commission, 2007). Successivamente, durante la programmazione 2010 – 2012 della CIS la Commissione Europea aveva deciso di convertire tale network in *Expert Group on Water Scarcity and Droughts* (di seguito riferito EGWSD) affidandogli il mandato di individuare indicatori comuni a livello europeo per la caratterizzazione di questi fenomeni (Faergemann, 2012; TYPSA, 2013).

Pertanto, in questo documento si farà riferimento prevalentemente ai documenti elaborati dalla Commissione Europea (e.g., European Commission, 2007; Schmidt et al., 2012) in cui vengono fornite le relative “*working definitions*”. Nel seguito, per ciascun termine sarà indicato tra parentesi il corrispondente termine in lingua inglese per poter più agevolmente far riferimento ai documenti originali. Ove a livello europeo non siano presenti, sono qui proposte delle definizioni da letteratura quanto più in linea con quelle dei documenti europei.

Si parla di **siccità** (*drought*)<sup>2</sup> come di quella condizione meteorologica naturale e temporanea in cui si manifesta, per un tempo sufficientemente lungo e su una area sufficientemente vasta, una sensibile riduzione della quantità di precipitazioni rispetto ai valori attesi (generalmente i valori climatologici) tale da determinare, in relazione alla sua durata ed entità, significativi effetti negativi sull'ambiente e sulle attività economiche (Rossi et al., 1992; Schmidt et al., 2012). Si tratta di un fenomeno naturale legato alla variabilità delle condizioni climatiche, in particolare delle precipitazioni, e può essere considerato una calamità. La severità degli impatti della siccità sulla società dipende dalla vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico e dei settori economici e sociali, nonché dalla preparazione a implementare adeguate misure di mitigazione (Mishra e Singh, 2010). Il fenomeno delle siccità presenta caratteristiche differenti nelle diverse componenti del ciclo idrologico, che, a loro volta producono impatti diversi sui sistemi idrici e sui sistemi socio-economici. In relazione agli effetti prodotti, la siccità viene, in generale, classificata in quattro categorie (Wilhite e Glantz, 1985; Wilhite, 2000; World Meteorological Organization, 2006; Mishra e Singh, 2010):

- **siccità meteorologica** (*meteorological drought*);
- **siccità agricola** (*agricultural drought*);
- **siccità idrologica e idrogeologica** (*hydrological drought*);
- **siccità socio-economica e ambientale** (*socio-economic and environmental drought*).

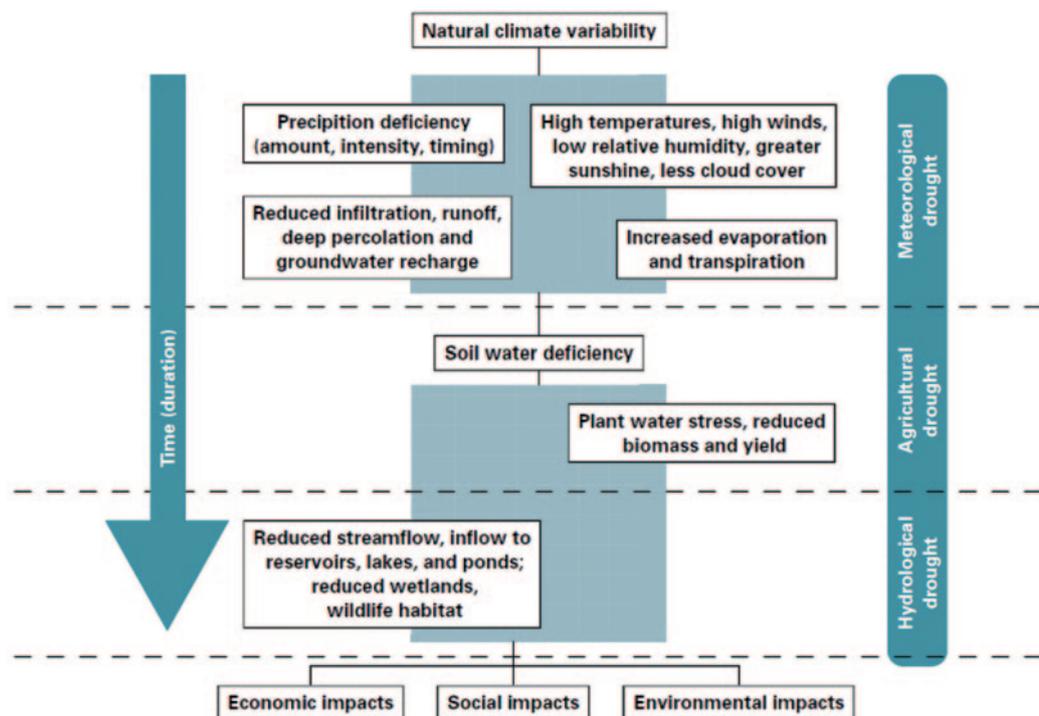
La **Figura 1.1** rappresenta lo schema concettuale delle modalità con cui si manifesta e gli impatti economici, sociali e ambientali che determina il deficit di precipitazione in relazione al suo perdurare (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, 2006; World Meteorological Organization, 2006). La **siccità meteorologica** si manifesta come diminuzione degli afflussi meteorici, con riduzione della copertura nuvolosa e conseguente maggiore insolazione, e generalmente da temperature più elevate rispetto alla media. Al perdurare della siccità meteorologica, si determina la **siccità agricola** che si manifesta con una riduzione del contenuto d'acqua nel suolo e conseguente stress della vegetazione e riduzione di biomassa; ulteriore prolungamento del deficit di precipitazioni produce la **siccità idrologica** che si manifesta come riduzione delle portate nei corsi d'acqua, dei livelli nei laghi, naturali e artificiali, dell'immagazzinamento negli acquiferi sotterranei. Siccità agricola e idrologica determinano infine la **siccità socio-economica e ambientale**, intesa come l'insieme degli impatti che si manifestano come uno squilibrio tra la

<sup>2</sup> La definizione da Schmidt et al., 2012: *Drought is a natural phenomenon. It is a temporary, negative and severe deviation along a significant time period and over a large region from average precipitation values (a rainfall deficit), which might lead to meteorological, agricultural, hydrological and socioeconomic drought, depending on its severity and duration.*

disponibilità della risorsa e la domanda per le attività economiche (agricoltura, industria, turismo, ecc.), per gli aspetti sociali (alimentazione, igiene, attività ricreative, ecc.) e per la conservazione degli ecosistemi terrestri e acquatici. La siccità idrologica spesso non è in fase con la siccità meteorologica e con quella agricola, ma si manifesta generalmente con un ritardo in relazione alle caratteristiche idrogeologiche del territorio.

Coerentemente alla terminologia utilizzata nelle strategie per la mitigazione delle calamità naturali, il **rischio di siccità** indica le perdite attese in termini economici, sociali e/o ambientali conseguenti a una particolare siccità. Esso può essere valutato in funzione di pericolosità, esposizione e vulnerabilità. La pericolosità è stimata come la probabilità di occorrenza della siccità, mentre la vulnerabilità descrive la percentuale (o il grado) di perdita negli elementi esposti al rischio.

Figura 1.1: Schema concettuale delle occorrenze e degli impatti dei vari tipi di siccità (tratta da World Meteorological Organization, 2006).



Per quanto attiene la difficoltà di definire univocamente il fenomeno della siccità ciò deriva dal fatto che non è facile riconoscerlo e individuarne i suoi limiti temporali e spaziali anche perché i suoi effetti si esplicano in maniera graduale, sia nel tempo che nello spazio, e non immediatamente emergenziale o catastrofica. Tale difficoltà si traduce anche in una difficoltà di identificare e valutare i danni. Il fenomeno della siccità per questi motivi è ancora più insidioso e difficile da gestire rispetto agli altri rischi relativi a fenomeni naturali, come terremoti e alluvioni per i quali gli effetti catastrofici e immediati consentono una immediata individuazione dell'estensione e dei danni. Ad esempio, l'*American Meteorological Society* (2019) definisce col termine "siccità" un periodo di inusuale tempo secco e sufficientemente lungo da determinare un grave squilibrio idrologico. Le diverse definizioni si trovano, tuttavia, in accordo sul fatto che il fenomeno della siccità sia un fenomeno temporaneo ma frequente.

Non è superfluo sottolineare che nella definizione di Schmidt et al. (2012) è enfatizzato l'aspetto

“naturale” del fenomeno della siccità contrapposto (sempre nel medesimo documento) alla situazione di scarsità idrica che viene invece attribuita a cause di origine antropica (si veda **Tab. 1.1** per una descrizione dettagliata delle differenze tra i due fenomeni). Si parla, infatti, di **scarsità idrica** (*water scarcity*)<sup>3</sup> come di quella condizione, determinata da fattori antropici, derivante da una domanda di risorsa eccedente la naturale disponibilità di risorsa rinnovabile. Tale condizione può essere aggravata da ulteriori fattori antropici (sistemi infrastrutturali insufficienti, inquinamento della risorsa, ecc.) e da periodi di riduzione di precipitazioni o di siccità e/o da periodi di temperature elevate.

Anche questa definizione non è tuttavia univocamente accettata soprattutto nella sua caratterizzazione eziologica che può invece essere individuata in un complesso di concause naturali e antropiche (Pereira et al., 2002); la scarsità idrica può essere definita anche come la condizione, circoscritta nello spazio e nel tempo, caratterizzata da un'insufficienza della disponibilità di risorse idriche rispetto ai fabbisogni a esse connessi. Tale condizione può essere causata da una molteplicità di fattori naturali e antropici ed è, in linea generale, determinata dagli effetti, eventualmente sovrapposti, di una diminuzione temporanea delle risorse idriche e/o di un aumento dei fabbisogni. Più nel dettaglio, tra questi fattori, a titolo di esempio e in maniera certamente non esaustiva, possiamo menzionare:

- la diminuzione della disponibilità di risorsa idrica determinata e/o aggravata da una diminuzione delle precipitazioni su un periodo di tempo variabile, a partire da qualche mese fino a più anni;
- la diminuzione della disponibilità di risorsa idrica determinata da una degradazione della qualità della risorsa stessa che ne impedisce l'utilizzo per un determinato uso;
- l'aumento del fabbisogno idrico determinato da un aumento anomalo delle temperature (onde di calore);
- la diminuzione della disponibilità determinata da problemi di carattere infrastrutturale (ad es., rotture di adduttori, perdite nella rete di distribuzione);
- l'aumento del fabbisogno idrico determinato da un aumento significativo della popolazione, permanente o temporaneo;
- la variazione della disponibilità di risorsa dovuta a variazioni significative degli assetti idrostrutturali degli acquiferi in seguito a eventi sismici.

In alcune traduzioni dei documenti comunitari il termine *water scarcity* è stato anche tradotto anche come **carezza idrica**, che talvolta viene utilizzato come sinonimo di scarsità idrica insieme al termine **deficienza idrica**. Tuttavia, in altri contesti sussiste una distinzione tra questi termini: carezza e deficienza idrica (*water shortage*) sono utilizzati per indicare meramente l'effetto della siccità sui sistemi di approvvigionamento idrico, mentre scarsità idrica viene riservato solo al caso di condizione permanente di insufficienza delle risorse disponibili rispetto alla domanda e quindi non strettamente legato alla siccità.

---

<sup>3</sup> La definizione originale da Schmidt et al., 2012: *Water scarcity is a man-made phenomenon. It is a recurrent imbalance that arises from an overuse of water resources, caused by consumption being significantly higher than the natural renewable availability. Water scarcity can be aggravated by water pollution (reducing the suitability for different water uses), and during drought episodes.*

Tabella 1.1: Differenze tra i fenomeni della siccità e della scarsità idrica (tratta da Schmidt et al., 2012).

Aspetto	Siccità	Scarsità idrica
Cause	Naturali, dovute a una sensibile riduzione delle precipitazioni in un determinato periodo di tempo. Alte temperature, forte vento, bassa umidità relativa, e inizio e durata di questi eventi possono aumentarne la gravità	Di natura antropica, dovute al sovrasfruttamento delle risorse idriche, per effetto di una domanda significativamente più elevata della naturale disponibilità delle risorse rinnovabili, ovvero al loro inquinamento che ne riduce l'idoneità per un determinato uso.
Occorrenza	La siccità è un fenomeno normale e frequente in tutti i climi e può avvenire in tutte le aree d'Europa. Il suo verificarsi può essere messo in relazione a cambiamenti su larga scala nella circolazione atmosferica	A causa dell'aumento del consumo di acqua, la scarsità d'acqua è sempre più importante e frequente in tutta Europa
Durata	La siccità è molto variabile nella sua durata. Può durare da poche settimane a diversi anni	Di solito, la scarsità idrica è caratterizzata da un permanente e continuo degrado degli ecosistemi acquatici e da una minore disponibilità di acqua per le attività di natura economica
Impatti	Molto variabili a seconda del periodo in cui si verifica l'evento, della sua gravità e durata, nonché della sensibilità degli ecosistemi, dell'economia e delle società colpite; dipendono anche dall'umidità relativa dei suoli, dalla capacità di immagazzinamento delle falde acquifere e dalle portate delle acque superficiali. Quando si verificano in aree già affette da scarsità idrica, la siccità presenta impatti più gravi Se la scarsità idrica e la siccità superano determinate soglie, possono influenzare significativamente l'ambiente (ecosistemi terrestri e acquatici, aria, suolo, intrusione salina), l'economia (usi agricoli e idrici) e la società (ad es., carenza di acqua urbana, benessere, attività ricreative, interessi culturali)	
Estensione spaziale	Per quanto riguarda l'estensione geografica, la siccità e la scarsità idrica possono verificarsi a livello locale o interessare interi distretti idrografici. Eventi di siccità sono stati individuati persino per vaste aree dell'Unione Europea	
Prevedibilità	La previsione della siccità si basa attualmente sia sull'analisi statistica degli eventi storici sia sulle previsioni meteorologiche numeriche, con un lasso di tempo che va da pochi giorni a diversi mesi (con crescente incertezza).	La scarsità idrica è prevedibile per il medio e lungo termine se, nella redazione dei Piani di gestione dei bacini idrografici, sono state raccolte adeguate informazioni sulla disponibilità, il consumo e i trend, tenendo conto anche dell'incertezza (come quella derivante dalla previsione dei cambiamenti climatici)
Interazione	Quando la siccità si verifica in un'area caratterizzata da scarsità idrica, l'impatto complessivo è più severo, poiché il sistema è più vulnerabile. Le ondate di calore, inoltre, possono aggravare la siccità e la scarsità idrica. La scarsità idrica può anche essere un effetto di uno sovrasfruttamento dovuto a eventi concomitanti di siccità, mentre evidentemente non vale il viceversa (la siccità non è un effetto della scarsità idrica)	
Soglie ambientali	Gli ecosistemi d'acqua dolce sono spesso adattati alle ricorrenti variazioni naturali delle precipitazioni e delle portate. Ciononostante, siccità eccezionalmente gravi o l'impatto combinato della siccità con il sovrasfruttamento e/o scarsità idrica può portare a cambiamenti irreversibili negli ecosistemi	La scarsità idrica di solito influenza lo stato ecologico degli ecosistemi, a seconda della durata, dell'intensità e della sensibilità dell'ecosistema
Costi	In generale, sono disponibili pochi dati sui costi precisi della scarsità idrica o della siccità (per i diversi settori economici, come l'agricoltura, l'energia, ...). Ove i dati fossero disponibili, si dovrebbero valutare gli effetti combinati della scarsità idrica e della siccità	
Indicatori	<i>Lo Standardized Precipitation Index (SPI)</i> esprime lo scostamento della precipitazione rispetto ai valori attesi relativi a un determinato periodo <i>Il Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (fAPAR)</i> esprime lo scostamento della frazione di energia solare assorbita dalla vegetazione rispetto a quella attesa riferita a un determinato periodo	<i>Il Water Exploitation Index Plus (WEI+)</i> esprime la relazione tra la disponibilità della risorsa idrica e il suo consumo

Tabella 1.1: Differenze tra i fenomeni della siccità e della scarsità idrica (tratta da Schmidt et al., 2012).

Aspetto	Siccità	Scarsità idrica
Possibili misure di prevenzione e mitigazione degli effetti	Previsione della siccità, prevenzione del rischio (assicurazione, adattamento ai cambiamenti climatici, incremento della flessibilità nell'uso dell'acqua, incremento dell'efficienza, protezione di specie vulnerabili e habitat, norme per diverse soglie di siccità e azioni di emergenza (fornitura di acqua)	Piani di gestione dei bacini idrografici, gestione della risorsa, monitoraggio e razionamento, gestione della domanda, incremento dell'efficienza, riuso, protezione di specie vulnerabili e habitat, politiche dei prezzi, ecc.
Modello DPSIR (Determinati, Pressioni, Stato, Impatto, Risposte)	Risposte focalizzate sugli impatti	Risposte focalizzate sui determinanti, pressioni e sugli impatti
Possibili politiche di gestione	Elaborazione di piani di gestione della siccità, regole e norme per il governo della risorsa e per schemi di allocazione della risorsa. Supporto al sistema delle assicurazioni. Supporto finanziario per le azioni di emergenza	Riduzione delle pressioni attraverso politiche settoriali (agricoltura, energia, sviluppo urbano, ecc.) correlate all'uso dell'acqua (pianificazione dell'uso dell'acqua, allocazione dell'acqua, prezzo, controllo)

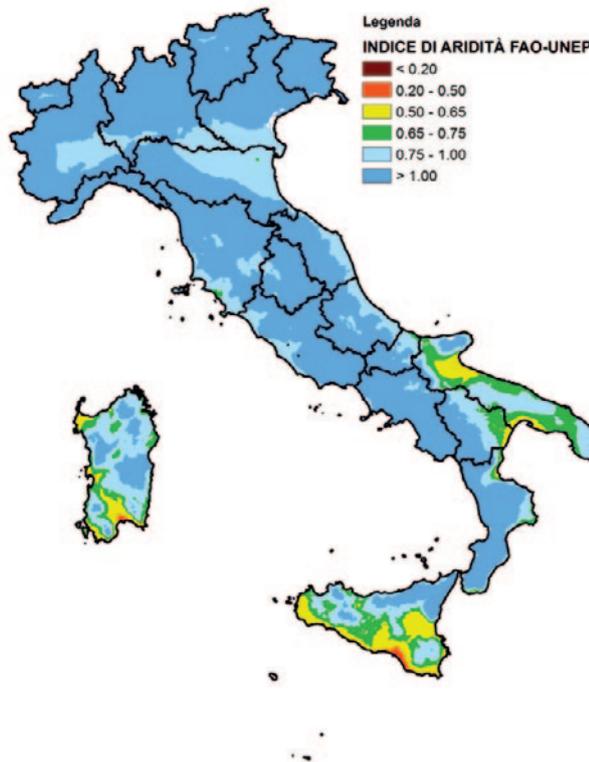
Diverso poi è il concetto di **aridità** (*aridity*) che costituisce invece una condizione climatica naturale permanente in cui la scarsa quantità di precipitazioni annue associata a elevate temperature non fornisce al terreno il necessario grado di umidità da promuovere lo sviluppo della vita (American Meteorological Society, 2012). Una misura è l'indice di aridità (Aridity Index - AI) definito nell'ambito dell'*United Nations Environment Programme* - UNEP della *Food and Agriculture Organization* - FAO, adottato come indice ufficiale nell'ambito della convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione (*United Nations Convention to Combat Desertification* - UNCCD), che sintetizza qualitativamente le caratteristiche climatiche del territorio ed è espresso dal rapporto tra la precipitazione annua media e l'evapotraspirazione potenziale annua media (**Tab. 1.2**).

In **Figura 1.2** è riportata la situazione italiana in termini dell'indice di aridità AI calcolato sulla base delle elaborazioni per il periodo 1961 - 2016 del modello di "Bilancio Idrologico GIS BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare" - BIGBANG, versione 2.0 (Braca, 2017; Braca et al., 2019), sviluppato dall'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale - ISPRA. L'indice evidenzia in Italia alcune aree nel meridione caratterizzate da un clima sub umido-secco e anche piccole aree classificabili come semiaride.

Tabella 1.2: Classificazione dei climi in base all'indice di aridità AI della FAO-UNEP.

Clima	Indice AI
umido	AI > 0,65
sub umido-secco	0,50 < AI ≤ 0,65
semiarido	0,20 < AI ≤ 0,50
arido	AI < 0,20

Figura 1.2: Indice di aridità FAO-UNEP calcolato sulla base delle elaborazioni del modello BIGBANG 2.0 di ISPRA e relativo al periodo 1961 - 2016. Fonte: Elaborazione ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle province autonome.



Con il termine **desertificazione**, invece, si indica un processo a lungo termine e irreversibile di riduzione o distruzione del potenziale biologico del suolo in regioni sub-umide/secche, semi-aride e aride, provocato da numerosi fattori, incluse le variazioni climatiche e le attività umane (definizione dell'UNCCD)<sup>4</sup>.

Si parla infine di **crisi idrica** allorché la scarsità idrica, causata e/o esacerbata da fenomeni di siccità, raggiunge nei vari comparti d'uso livelli di severità tali che gli enti preposti (vedasi le "Cabine di regia" degli Osservatori permanenti distrettuali) avviano una serie di procedure di gestione adattiva atte a mitigare gli impatti. Al perdurare e/o all'intensificarsi dei livelli di severità, tale da determinare sensibili effetti economici e sociali, in particolar modo per il settore d'uso civile, si arriva alle situazioni di **emergenza per deficit idrico** ove si rendano necessari interventi esterni di carattere operativo e normativo, decretati da provvedimenti delle autorità preposte (Prefetture, Protezione Civile, ecc.).

<sup>4</sup> Definizione di desertificazione dell'UNCCD: *Land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid regions resulting from various factors, including climatic variations and human activities.*

## 1.2 I caratteri originali delle crisi idriche in Italia

Negli ultimi vent'anni, il territorio nazionale è stato interessato, con crescente frequenza, da numerose crisi idriche che hanno riguardato i principali comparti d'uso dell'acqua (irriguo, idropotabile, idroelettrico, industriale, ecc.) e numerosi contesti territoriali, spesso molto differenti in quanto al numero e alla tipologia delle fonti, ai lineamenti geomorfologici, alle caratteristiche idrogeologiche e idrografiche, alla popolazione presente, ecc. Eppure il nostro paese è caratterizzato da afflussi meteorici sovente molto significativi, ancorché differenziati su base territoriale (si veda, ad es., **Fig. 2.10b**), nonché da una generalizzata ricchezza delle fonti di approvvigionamento idrico, che ha agevolato i processi di industrializzazione avvenuti all'inizio del secolo scorso, in particolare nelle aree settentrionali dell'Italia: come è possibile spiegare l'insorgere delle numerose crisi idriche che sono state riscontrate?

In tempi recenti si tende sempre più frequentemente ad addebitare l'insorgenza delle emergenze idriche ai sempre più evidenti *cambiamenti climatici* in atto e, in particolare, alla generalizzata riduzione a livello globale degli afflussi pluviometrici su archi temporali annuali o pluriannuali e al marcato aumento delle temperature<sup>5</sup>, così come ampiamente documentato dai numerosi rapporti dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC. Il riscaldamento globale in atto sta determinando senza alcun dubbio una sensibile alterazione del regime di circolazione idrica delle acque superficiali e sotterranee, conseguente alla generalizzata riduzione nel tempo degli afflussi meteorici e all'aumento delle temperature: nello specifico, si registra in modo sempre più frequente, ancorché con numerose fluttuazioni temporali, la contrazione della superficie delle coltri nivali e dei ghiacciai, la riduzione delle risorse idriche superficiali accumulate nei laghi e nei serbatoi artificiali, la diminuzione delle portate dei fiumi e dei torrenti, l'abbassamento delle superficie piezometriche, la riduzione delle portate emunte dai pozzi e dalle sorgenti, ecc.

Preliminari valutazioni dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla disponibilità della risorsa idrica rinnovabile in Italia mostrano, dal breve al lungo periodo, una significativa riduzione della stessa (Braca et al., 2019). In particolare, è stato evidenziato comunque una possibile riduzione dell'ordine del 10% della disponibilità idrica nella proiezione a breve termine (2020 - 2039; **Fig. 1.3a**) nonostante un approccio di mitigazione aggressivo (scenario di emissione RCP2.6 dell'IPCC) e dell'ordine del 40% nella proiezione a lungo termine (2080 - 2099; **Fig. 1.3b**) in corrispondenza dello scenario più gravoso in termini di emissioni (RCP8.5 dell'IPCC).

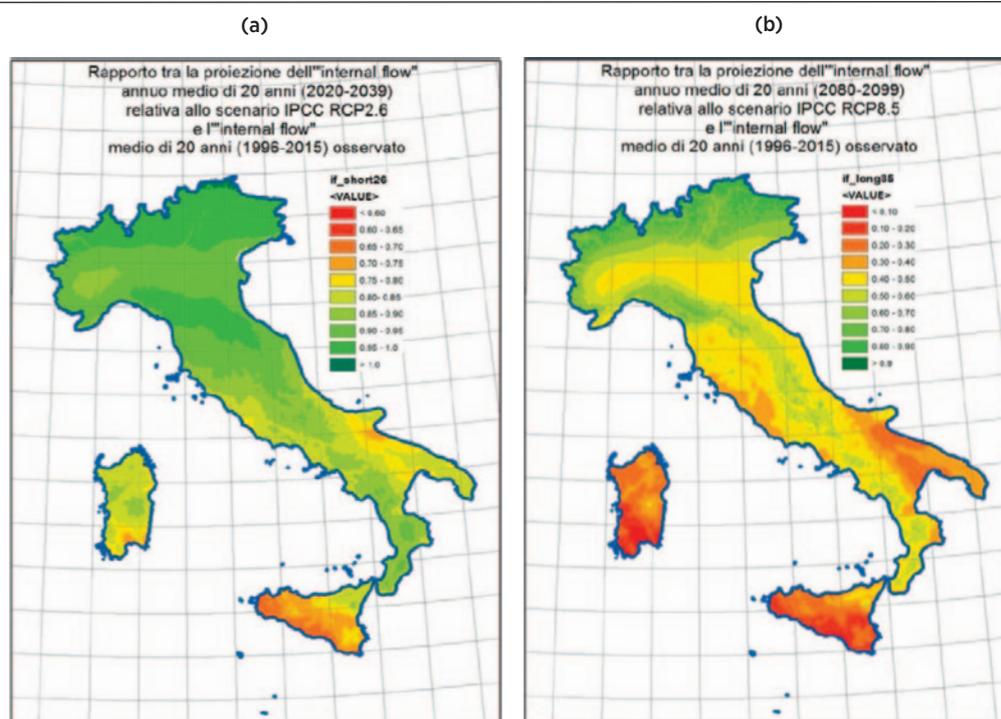
L'aumento delle temperature sta inoltre determinando sia l'incremento dell'evaporazione sia la crescita dei consumi idrici nel settore irriguo e idropotabile e il contestuale aumento della richiesta d'acqua per le centrali idroelettriche, anche in particolare per la domanda di energia elettrica dovuta alla necessità del raffrescamento degli edifici.

In realtà le cause che determinano le crisi idriche o comunque situazioni di difficoltà nell'approvvigionamento idrico nel nostro paese sono molto più complesse, e non possono essere ascritte esclusivamente al *climate change*, la cui rilevanza non deve essere tuttavia per nulla sottovalutata. Infatti, occorre considerare che gli impatti dei cambiamenti climatici si sono sovrapposti a un quadro generale della situazione idrica già connotato da tempo da numerosi, rilevanti e diffusi fattori di debolezza, per lo più di tipo antropico: distribuzione ineguale della risorsa, arretratezza

<sup>5</sup> Ad esempio, secondo il CNR-ISAC, il trend negli ultimi 220 anni delle anomalie di temperatura evidenzia la "presenza di un cambiamento climatico importante per il nostro paese". Nel 2018, si è registrata una anomalia di +1,58 °C sopra la media del periodo di riferimento (1971 - 2000), che ha superato il precedente record di +1,44 °C del 2015. Fonte: Nota stampa CNR-ISAC del 7 gennaio 2019 (<https://www.cnr.it/it/nota-stampa/n-8503/cnr-isac-2018-anno-piu-caldo-dal-1800-per-l-italia>).

delle infrastrutture, carenza di interconnessioni, eccessiva dipendenza da risorse idriche superficiali, perdite elevate dalla rete, elevata frammentazione gestionale, carenza di impianti di depurazione, intollerabili sprechi, ecc. Ci troviamo di fronte, dunque, a scenari sensibilmente differenti rispetto alle siccità che interessano gli Stati Uniti o l'Australia, o ancor peggio, buona parte del continente africano, nel quale sono presenti vere e proprie condizioni di aridità e di zone totalmente desertiche.

**Figura 1.3: Stima della variazione in Italia della disponibilità della risorsa rinnovabile (intesa come "internal flow") rispetto alla media 1996 - 2015 ottenuta con il modello BIGBANG di ISPRA, versione 1.0, considerando: (a) lo scenario IPCC RCP2.63 per la proiezione 2020 - 2039; (b) lo scenario peggiorativo IPCC RCP8.5 per la proiezione 2080 - 2099 (tratta da Mariani et al., 2018).**



In linea generale, il settore idrico italiano sconta una diffusa carenza di pianificazione degli utilizzi nei diversi comparti d'uso: il riparto delle risorse idriche ha spesso ignorato la complessità del sistema di approvvigionamento idrico, il quadro degli utilizzi, la conflittualità negli usi, la frammentazione gestionale e territoriale, ecc.

In primo luogo ci sono fattori di tipo naturale che occorre tenere in debita considerazione nella valutazione delle risorse idriche disponibili. Per ragioni di natura geologica, idrogeologica e idrografica, il territorio nazionale è contraddistinto da una diseguale distribuzione della risorsa, che ha reso necessaria la costruzione di infrastrutture idriche di notevole importanza per il trasferimento della risorsa, spesso a consistente distanza dalle fonti: basti pensare, solo per citare alcuni dei tanti esempi esistenti, al caso dell'Acquedotto Pugliese, che convoglia ingenti portate idriche dalla Campania alla Puglia, che riceve cospicui volumi idrici anche dalla Basilicata oppure all'Acquedotto del Peschiera, che per mezzo del prelievo di risorse idriche da alcune sorgenti nel territorio della provincia di Rieti, consente il rifornimento idrico di Roma e di molti comuni limitrofi. La ragguardevole disomogeneità spaziale delle risorse è spesso associata a una ampia variabilità

temporale delle disponibilità idriche, che non sono in fase con le esigenze degli utilizzatori: basti pensare, ad esempio, come la maggior parte delle richieste da parte degli utenti irrigui e del comparto idropotabile si concentri nei mesi primaverili ed estivi, dove tipicamente gli afflussi meteorici sono più ridotti, in particolare nel Mezzogiorno. È proprio tale variabilità che ha indotto nelle regioni meridionali la costruzione di numerosi serbatoi artificiali.

Occorre inoltre considerare una persistente conflittualità negli utilizzi dell'acqua, che è possibile riscontrare sia tra differenti comparti d'uso sia su base territoriale, tra differenti parti dei bacini idrografici. Si è quindi progressivamente manifestata con sempre maggiore evidenza la necessità di incisive forme di *governance* volte a gestire in modo condiviso la risorsa idrica e a ricomporre le differenti forme di conflittualità esistenti: in tal senso, un'utile innovazione istituzionale è quella degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici, istituiti nel luglio 2016 presso le Autorità di bacino distrettuali.

Non si possono inoltre trascurare le condizioni di inquinamento che caratterizzano molti corpi idrici esistenti nel territorio nazionale e che ne limitano fortemente l'utilizzo per i differenti comparti d'uso, in particolare per il settore idropotabile: in altri termini, pur essendo presente, la risorsa idrica non è realmente utilizzabile a causa del deterioramento delle condizioni qualitative. L'accesso all'acqua è inoltre reso difficoltoso da generalizzate condizioni di inadeguatezza infrastrutturale in senso lato, che riguardano le differenti fasi del servizio idrico integrato, dalla captazione dall'adduzione, dalla distribuzione alla fognatura e depurazione. In tale ambito vanno ricomprese, tra l'altro, le condizioni di obsolescenza di numerosi impianti di accumulo: basti pensare, ad esempio, alla progressiva riduzione della capacità di invaso di molti serbatoi artificiali a causa dei fenomeni di interrimento che, se non adeguatamente gestiti, rischiano di contrarre in modo considerevole la vita utile di tali impianti.

L'inadeguatezza infrastrutturale è però evidente anche sotto un altro aspetto, ovvero della carenza di interconnessioni tra le reti idriche, maggiormente evidente nel caso di aree collinari e montuose, quali le aree alpine e appenniniche, spesso rifornite da un numero esiguo di sorgenti e/o pozzi non inseriti in vere e proprie reti di approvvigionamento idrico: l'elevata vulnerabilità di alcuni corpi idrici di ridotte dimensioni nei confronti degli episodi siccitosi riduce significativamente la resilienza di tali aree per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico. In talune circostanze l'elevata vulnerabilità delle reti di adduzione nei confronti di fenomeni idrogeologici e idraulici ha determinato l'insorgere di crisi idriche di significativa importanza. In linea generale, una graduale interconnessione tra le reti consentirebbe di compensare le risorse esistenti e permetterebbe anche di conseguire cospicue economie di scala nelle diverse fasi del servizio idrico integrato.

La fragilità dei sistemi di approvvigionamento idrico non si limita solamente alle pur importanti fasi di accumulo e di adduzione, ma riguarda anche le reti di distribuzione, dove si registrano rilevanti perdite idriche che in talune aree raggiungono valori anche superiori al 40%, riducendo in misura consistente la risorsa idrica utilizzabile e in taluni casi determinando anche condizioni di disagio, se non di vera e propria emergenza idrica, più probabile in occasione di condizioni di siccità.

È opportuno al riguardo sottolineare nuovamente che i sopradescritti elementi di vulnerabilità non determinano sempre vere e proprie crisi idriche, ma provocano di sovente solamente situazioni di disagio all'utenza, talora molto circoscritte, o comunque una diminuzione delle risorse idriche disponibili, spesso compensata con perizia dagli Enti Gestori con opportune manovre degli impianti, ove tecnicamente possibile. Tali circostanze non rendono sempre visibile al pubblico le difficoltà che si riscontrano quotidianamente nel garantire condizioni accettabili di approvvigionamento idrico.

In conclusione, le crisi idriche e, più in generale, le situazioni di disagio e di difficoltà nell'approvvigionamento idrico che avvengono nel territorio nazionale sono ascrivibili a numerose cause, sia di tipo naturale sia di tipo antropico: alla ordinaria, naturale variabilità climatologica e alla periodica occorrenza di episodi siccitosi e ai sempre più evidenti impatti dei cambiamenti climatici, si aggiungono numerosi fattori spesso imputabili alla carenza di pianificazione, alla distribuzione ineguale della risorsa, all'inadeguatezza infrastrutturale, alla carenza di interconnessioni, al diffuso inquinamento, ecc.



## 2. LE STATISTICHE SULL'ACQUA

### 2.1 Le statistiche sull'acqua: il contributo della statistica ufficiale

Negli ultimi decenni l'interesse sempre più diffuso per i cambiamenti climatici e per le conseguenze che questi stanno avendo sulla disponibilità delle risorse naturali ha portato a una crescente domanda di statistiche, per le quali è ormai evidente l'imprescindibilità di un approccio multidisciplinare, in quanto le informazioni richieste attraversano una vasta gamma di domini tra di loro interconnessi (idro-meteorologici, ambientali, agricoli, economici e sociali). È ulteriormente riconosciuta la necessità di procedere ad analisi che forniscano un estremo dettaglio sul territorio, necessario per riuscire a valutarne le caratteristiche e la vulnerabilità ai fini di una attenta e valida pianificazione delle politiche di adattamento e mitigazione.

In questo scenario e in quest'epoca di estrema proliferazione di dati ambientali occorre sempre affidarsi alle analisi effettuate a partire dai dati prodotti dalla statistica ufficiale, in quanto prodotti secondo schemi consolidati e in accordo con le direttive internazionali.

Sulla questione delle risorse idriche, sulla loro disponibilità e sugli impieghi sul territorio, gli enti del Sistema Statistico Nazionale e l'Istituto nazionale di statistica – Istat, produttori di statistica ufficiale, mettono a disposizione della collettività basi informative e indicatori utili a dare un quadro rappresentativo delle risorse nel nostro Paese, arricchito da serie storiche e continuamente aggiornato in base alle nuove esigenze informative.

Per quanto riguarda le risorse idriche, l'Istat è impegnata da moltissimi anni nella produzione di statistiche ufficiali adatte a soddisfare la crescente domanda di informazioni sulle risorse idriche. Domanda che scaturisce sia a livello nazionale che internazionale. In particolare produce informazioni statistiche richieste regolarmente in questo settore da Eurostat, Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico – OCSE, Food and Agriculture Organization dell'United Nations – UN-FAO e Agenzia europea dell'ambiente (European Environment Agency – EEA).

Per quanto riguarda il comparto civile, l'Istat ha iniziato a raccogliere periodicamente informazioni sulle risorse idriche per uso civile dal 1951 attraverso un Censimento che ha assunto l'attuale assetto concettuale e organizzativo a partire dall'edizione del 1999. Dal punto di vista normativo, l'Istat è tenuto per legge a svolgere il Censimento delle acque per uso civile che rientra nel Programma Statistico Nazionale (con codice IST-02192) e comporta l'obbligo di risposta da parte dei soggetti privati, a norma dell'art. 7 del decreto legislativo 6 settembre 1989, n. 322. Le unità rispondenti sono gli enti gestori dei servizi idrici per uso civile e i principali aspetti esaminati riguardano tutta la filiera di uso pubblico delle risorse idriche, dal prelievo di acqua per uso potabile alla depurazione delle acque reflue urbane e le principali caratteristiche della gestione dei servizi idrici presenti in Italia. Attualmente è in corso la nuova edizione del Censimento, che ha come anno di riferimento dei dati il 2018. Ancora una volta, il Censimento rappresenta l'occasione per produrre informazioni statistiche ufficiali, omogenee e complete sui servizi idrici "civili" in Italia. L'edizione 2018 si presenta arricchita di nuovi quesiti (come ad esempio i prelievi mensili, i Water Safety Plan, le ordinanze di non potabilità e le interruzioni nel servizio di distribuzione), al fine di restituire una fotografia del sistema in linea con le esigenze e le richieste scaturite sia in ambito internazionale sia nazionale, e in particolare negli Osservatori distrettuali permanenti sulle risorse

idriche; programmazione dei distretti idrografici (bilancio idrico, analisi pressioni), tavoli tecnici nazionali (MATTM: Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori; Analisi economica) e confronti tecnico-scientifici con ISPRA, Istituto Superiore di Sanità – ISS, Enea, Utilitalia e Dipartimento della Protezione Civile – DPC.

L'intensa attività di raccolta dati che si è svolta in questi anni presso gli enti gestori dei servizi idrici tramite il Censimento delle acque per uso civile ha consentito all'Istat di produrre un quadro di rilevante interesse conoscitivo e con una serie temporale dei dati piuttosto fitta (1999, 2005, 2008, 2012, 2015, 2018) che consente analisi con un dettaglio territoriale spinto sullo stato e sull'evoluzione delle modalità di sfruttamento delle risorse idriche per uso potabile, sicuramente di estremo interesse all'interno di un'analisi sulla siccità e sugli eventi di scarsità idrica: volumi di acqua prelevata e potabilizzata per tipologia di fonte, volumi immessi ed erogati dalla reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile, perdite idriche totali e reali nelle reti di adduzione e di distribuzione, caratteristiche del sistema fognario, carichi inquinanti trattati per tipologia di trattamento. Per dar conto all'elevata richiesta di informazioni sullo stato e sull'utilizzo della risorsa idrica per uso civile, sia a livello nazionale che internazionale, l'Istat ha da poco modificato la cadenza della rilevazione, che è pertanto diventata biennale (prima era triennale), al fine quindi di garantire un più frequente rilascio di indicatori. Il prossimo Censimento, pertanto, si svolgerà nel 2021 con riferimento al 2020.

Per quanto riguarda gli usi non civili dell'acqua, l'Istat periodicamente produce stime dei volumi di acqua utilizzati nel comparto agricolo/zootecnico, industriale manifatturiero e per la produzione di energia elettrica. Infatti, in mancanza di un sistema di misurazione diffuso è necessario applicare metodologie di stima che tengano conto delle caratteristiche delle attività svolte sul territorio. Per una corretta valutazione dei volumi di acqua utilizzati in queste attività occorre tenere sotto controllo alcune variabili: per la componente agricolo-zootecnica, oltre all'andamento climatico, anche la tipologia di allevamento, l'età del bestiame, la tipologia di coltivazione, il sistema di irrigazione; per la componente industriale la tipologia di produzione e il processo produttivo impiegato.

La conoscenza dei prelievi e delle restituzioni per i diversi usi della risorsa idrica deve essere confrontata con l'effettiva disponibilità naturale della risorsa stessa per valutarne la sostenibilità. A questo scopo, è in atto una attività congiunta Istat-ISPRA volta a definire un bilancio idrologico-idrico a scala nazionale, finalizzato anche a fornire una valutazione omogenea di indicatori da esso derivanti a organismi sovranazionali (Eurostat, OCSE, UN-FAO, EEA, ecc.) e nazionali, regionali e locali (MATTM, DPC, Autorità di Bacino Distrettuale, Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici, Regioni, Gestori, ecc.). L'ISPRA, nell'ambito delle proprie competenze nazionali sull'idrologia operativa, ha sviluppato il modello di bilancio idrologico BIGBANG (Braca, 2017; Braca et al., 2019) per la valutazione della disponibilità naturale della risorsa idrica. Tali valutazioni, congiuntamente alle analisi e alla produzione statistica dell'Istat in questo settore, costituiscono l'attuale strumento per la definizione del bilancio unico idrologico-idrico, che in Italia non è più effettuato da alcuni decenni. L'ultima valutazione di un bilancio idrologico-idrico nazionale risale alla Conferenza Nazionale sulle Acque conclusasi nel 1971 (Conferenza Nazionale delle Acque, 1972). Uno degli indicatori che si produrranno nell'ambito di tale attività congiunta Istat-ISPRA, con il supporto in primis delle Autorità di Bacino Distrettuale, sarà il Water Exploitation Index Plus – WEI+ per la caratterizzazione del grado di sfruttamento della risorsa idrica e per il monitoraggio delle situazioni di scarsità idrica. Il WEI+, richiesto anche nel reporting della DQA, è parte del set di indicatori individuati nell'ambito degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici (Mariani et al., 2018; v. § 4.2).

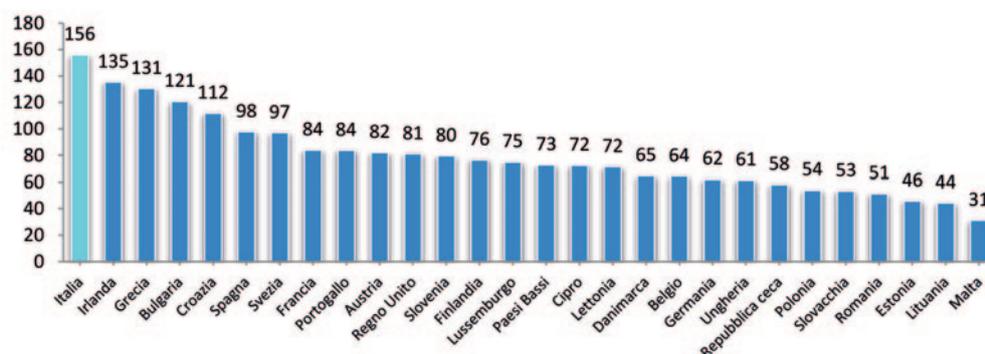
## 2.2 Lo stato dei servizi idrici in Italia: la fotografia del Censimento delle acque per uso civile dell'Istat

### 2.2.1 L'approvvigionamento

L'ultima edizione del Censimento delle acque per uso civile ha rilevato che il volume di acqua per uso potabile derivato dall'ambiente nel 2015 è stato di 9,49 miliardi di metri cubi. L'analisi in serie storica dei volumi prelevati conferma il costante, seppur lieve, trend di crescita osservato ormai da diversi anni. Rispetto al 1999, anno del primo Censimento delle acque per uso civile, nel 2015 si è osservato un aumento del volume prelevato del 6,9%, pari a circa 614 milioni di metri cubi di acqua. L'approvvigionamento nazionale di acqua per uso potabile è stato assicurato, nel 2015, da una produzione giornaliera di 26,0 milioni di metri cubi, corrispondenti a un prelievo pro capite di 428 litri per abitante al giorno (156 metri cubi annui per abitante), gestita da oltre 1.800 enti gestori. L'84,3% del prelievo nazionale deriva da acque sotterranee (48,0% da pozzo e 36,3% da sorgente), il 15,6% da acque superficiali (9,9% da bacino artificiale, il 4,8% da corso d'acqua superficiale e lo 0,9% da lago naturale) e il restante 0,1% da acque marine o salmastre.

L'Italia si conferma, tra i 28 paesi dell'Unione Europea, il paese con il maggior prelievo di acqua potabile, sia in termini assoluti che pro capite, e con uno sfruttamento di fonti sotterranee superiore alla media europea (**Fig. 2.1**).

Figura 2.1: Prelievi di acqua per uso potabile nei 28 paesi UE. Anno 2015 o ultimo anno disponibile (metri cubi per abitante). Fonte: Elaborazioni Istat su dati Eurostat.



La gestione delle fonti di approvvigionamento è in mano a 375 gestori specializzati per il 92,3% del volume complessivamente prelevato, corrispondente a circa 8,76 miliardi di metri cubi di acqua, con una incidenza della misurazione dei volumi pari al 79,8% del prelevato. 1.502 gestori in economia hanno gestito il prelievo del rimanente 7,7% del volume complessivo, pari a circa 727 milioni di metri cubi, con una presenza delle procedure di stima nel calcolo del volume piuttosto rilevante, considerato che soltanto il 33,7% dei volumi risulta misurato con opportuna strumentazione.

Dopo il prelievo, nel 2015, un terzo dei volumi di acqua prelevati è stato derivato da un trattamento di potabilizzazione, più complesso rispetto all'ordinaria di disinfezione o clorazione. Il trattamento è strettamente legato alla tipologia di fonte. Le acque sotterranee, generalmente di buona qualità, non necessitano di norma di processi di potabilizzazione, a meno di situazioni emergenziali derivanti fenomeni di inquinamento di origine antropica o naturale. Al contrario, le acque superficiali richiedono il trattamento di potabilizzazione nella quasi totalità dei casi.

Più della metà dei prelievi complessivi sono concentrati nelle regioni del Nord-ovest e del Sud. Nel dettaglio, la Lombardia è la regione dove si preleva il maggior volume di acqua per uso potabile (il 15,7% del totale nazionale); volumi consistenti si prelevano anche nel Lazio (12,4%) e in Campania (10,3%).

Le regioni con la maggior quota di potabilizzazione sono Basilicata (83,6%) e Sardegna (75,1%): a causa dell'elevato utilizzo di acqua di fiumi e bacini artificiali, oltre i tre quarti del volume prelevato sono trattati. L'incidenza del trattamento di potabilizzazione è considerevole anche in Toscana (57,8%), Emilia-Romagna (55,6%) e Puglia (50,6). La Valle d'Aosta, dove i prelievi sono tutti da acque sotterranee, si distingue per il minor impiego di trattamenti di potabilizzazione (3,1%).

Nel 2015, a integrazione delle fonti di acqua dolce, l'acqua di mare viene direttamente prelevata e trattata secondo standard potabili attraverso un processo di dissalazione in due regioni, Sicilia e Toscana. Gli impianti per la produzione di acqua a scopo potabile sono situati per lo più sulle isole minori (Isola del Giglio, Isola di Capraia, Lampedusa, Pantelleria, Linosa, Lipari e Ustica). Per l'uso idropotabile sono stati prelevati da questi impianti circa 11,2 milioni di metri cubi di acque marine, il 92% circa proveniente dagli impianti della Sicilia e il restante 8% dalla Toscana. A scala nazionale, come già detto in precedenza, le acque marine rappresentano, in termini di volume, circa lo 0,1 per cento del totale prelevato per uso idropotabile.

Il GOR (Gained Output Ratio) o rendimento del processo di dissalazione, ottenuto rapportando il volume di acqua prodotta (dissalata) al volume di acqua prelevata, è nel caso dell'uso idropotabile pari a 2,4.

Nel 2015 il maggiore prelievo di acqua per uso potabile si è verificato nel distretto del fiume Po, pari a 2,9 miliardi di metri cubi. Seguono nell'ordine, in misura quasi direttamente proporzionale all'estensione areale, i distretti Appennino meridionale (2,4 miliardi) e Appennino centrale (1,5 miliardi). A seguire il distretto Alpi orientali, con poco più di un miliardo di metri cubi prelevati, i distretti Sicilia (0,8 miliardi), Appennino settentrionale (0,6 miliardi) e Sardegna (0,3 miliardi). Un volume esiguo, pari a poco più di 340 mila metri cubi, proviene da territori che ricadono in distretti extra-territoriali. La diffusione e la portata dei prelievi di acqua per uso potabile sul territorio dipendono da diversi fattori, tra cui sicuramente la popolazione presente da servire, gli eventuali usi non civili, ma soprattutto le caratteristiche idrogeologiche sito specifiche e la fruibilità della risorsa, in termini di accessibilità e sfruttamento.

La risorsa idrica, come è noto, non è omogeneamente distribuita nel Paese. In soccorso alle aree a maggiore criticità dal punto di vista idrico, che pagano un'insufficienza di risorsa, spesso non esclusivamente legata alla dotazione naturale, ma piuttosto associata all'obsolescenza degli impianti e a una gestione non sempre attenta alla sostenibilità della risorsa, è stata sviluppata, nel corso del tempo, una fitta rete di scambi. Lo sviluppo di sistemi idrici complessi, che consentono ingenti trasferimenti di risorsa tra territori confinanti, ha pertanto consentito di approvvigionare aree con naturale carenza idrica.

L'analisi a livello regionale dei flussi di acqua, in termini di prelievo e di consumo, consente di individuare le regioni che necessitano maggiormente di un contributo esterno per la salvaguardia dell'assetto idrico interno. Il contributo extra regionale alla disponibilità interna della risorsa idrica per uso civile è generalmente diffuso, ma non determinante, nell'economia della maggior parte delle gestioni locali. Per il 2015, per ogni regione italiana, è stato calcolato l'indice regionale di dipendenza idrica rapportando il contributo idropotabile extra territoriale al volume complessivamente addotto internamente alla regione<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Quando il valore è zero significa che il territorio non riceve acqua dall'esterno ed è autosufficiente dal punto di vista idrico.

Tabella 2.1: Prelievi di acqua per uso potabile per tipologia di fonte e regione - Anno 2015 (volumi in milioni di metri cubi, pro capite in litri per abitante al giorno).  
Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.

Regioni	Sorgente	Pozzo	Corso d'acqua superficiale	Lago naturale o bacino artificiale	Acque marine o salmastre	Totale	Prelevato pro capite
Piemonte	160,7	415,4	49,9	38,2	-	664,2	412
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	47,1	6,1	-	-	-	53,2	1.140
Liguria	31,0	130,4	38,0	59,0	-	258,4	449
Lombardia	276,8	166,1	0,8	43,1	-	1.486,9	407
Trentino-Alto Adige/Südtirol	193,0	34,0	3,5	0,6	-	231,1	599
<i>Bolzano - Bozen</i>	64,5	18,9	-	-	-	83,4	440
<i>Trento</i>	128,5	15,1	3,5	0,6	-	147,7	752
Veneto	179,5	472,9	64,8	2,0	-	719,2	400
Friuli Venezia Giulia	53,2	163,6	6,3	1,3	-	224,4	502
Emilia-Romagna	32,5	290,5	107,2	57,3	-	487,6	300
Toscana	106,8	226,3	115,4	16,1	1,0	465,6	340
Umbria	44,7	70,0	-	-	-	114,7	352
Marche	117,3	29,5	2,3	25,0	-	174,1	308
Lazio	823,3	309,0	3,8	38,7	-	1.174,9	546
Abruzzo	229,1	44,7	8,0	-	-	281,8	581
Molise	117,9	46,1	-	13,9	-	178,0	1.559
Campania	577,3	397,6	-	0,4	-	975,3	456
Puglia	0,4	72,0	-	101,4	-	173,8	117
Basilicata	57,5	4,8	-	255,1	-	317,4	1.512
Calabria	191,9	183,7	52,8	5,5	-	434,1	603
Sicilia	167,5	455,9	2,4	124,6	10,3	760,7	410
Sardegna	36,5	30,8	0,8	244,4	-	312,5	516
<b>Nord-ovest</b>	<b>515,7</b>	<b>1.718,1</b>	<b>88,7</b>	<b>140,3</b>	-	<b>2.462,8</b>	<b>418</b>
<b>Nord-est</b>	<b>458,2</b>	<b>961,0</b>	<b>181,8</b>	<b>61,2</b>	-	<b>1.662,2</b>	<b>391</b>
<b>Centro</b>	<b>1.092,2</b>	<b>634,8</b>	<b>121,4</b>	<b>79,8</b>	<b>1,0</b>	<b>1.929,2</b>	<b>438</b>
<b>Sud</b>	<b>1.174,2</b>	<b>748,9</b>	<b>60,8</b>	<b>376,4</b>	-	<b>2.360,3</b>	<b>458</b>
<b>Isole</b>	<b>204,0</b>	<b>486,7</b>	<b>3,3</b>	<b>369,0</b>	<b>10,3</b>	<b>1.073,2</b>	<b>436</b>
<b>ITALIA</b>	<b>3.444,3</b>	<b>4.549,5</b>	<b>456,0</b>	<b>1.026,6</b>	<b>11,2</b>	<b>9.487,7</b>	<b>428</b>

Si concentrano nelle regioni del Centro-Sud gli scambi di acqua più rilevanti in termini di volume. La Puglia è la regione in cui si ha il più alto grado di dipendenza idrica da altre regioni (Basilicata, Campania e Molise, per un complessivo di circa 335,5 milioni di metri cubi), con un valore dell'indice di dipendenza idrica pari al 79,0%. Rilevante è anche il volume di acqua extra regionale in ingresso in Campania, che ha un indice regionale di dipendenza idrica del 26,5%, determinato dai circa 208 milioni di metri cubi provenienti da Lazio e Molise. Ci sono, di contro, delle regioni in cui l'acqua utilizzata nelle reti comunali di trasporto e distribuzione proviene esclusivamente da risorse interne: Valle d'Aosta, provincia autonoma di Trento e Sardegna.

## 2.2.2 La distribuzione

Il servizio di distribuzione dell'acqua potabile è presente, nel 2015, nella quasi totalità dei comuni italiani (8.024 comuni). Assente, invece, in 23 comuni, localizzati in Lombardia (11), Veneto (7) e Friuli Venezia Giulia (5), dove la popolazione (104 mila persone residenti, lo 0,2% della popolazione totale), ricorre a forme di autoapprovvigionamento (ad esempio, pozzi privati). Il volume complessivo di acqua immessa nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile è stato pari a 8,32 miliardi di metri cubi (375 litri giornalieri per abitante), in calo dello 0,4% rispetto al 2012. A livello gestionale emerge che il servizio è in gran parte affidato a una gestione specializzata: l'86,4% dei volumi è gestito, infatti, da 331 gestori specializzati, mentre il restante 13,6% da 1.975 gestori in economia.

La misurazione del volume immesso in rete incide sul 68,0% del complessivo, con sensibili differenze a seconda della tipologia di gestione: 71,9% di volumi misurati nel caso di gestori specializzati e 42,9% nel caso di gestori in economia.

Il volume di acqua erogata per usi autorizzati nel 2015 è stato di 4,87 miliardi di metri cubi, in calo del 7,0% rispetto al 2012. L'erogazione giornaliera di acqua per uso potabile autorizzata è stata pertanto di 220 litri per abitante<sup>7</sup> (80 metri cubi annui), 21 litri al giorno in meno rispetto al 2012. Dei 4,87 miliardi di metri cubi di acqua per uso potabile erogati agli utenti per usi autorizzati le componenti misurate pesano, nel complesso, per l'88,8%, con una percentuale che va dal 61,9% nelle gestioni in economia al 93,3% nelle gestioni specializzate.

Occorre segnalare che l'analisi in serie storica di questi indicatori deve sempre tener conto delle eventuali variazioni nei criteri utilizzati per il calcolo del bilancio idrico, in particolare dei volumi non misurati<sup>8</sup>.

L'erogazione dell'acqua per uso potabile si presenta eterogenea sul territorio italiano (**Fig. 2.2**).

Il Nord-ovest si contraddistingue per il volume maggiore (264 litri giornalieri per abitante), con una forte variabilità interna regionale dell'indicatore che varia dai 235 litri per abitante al giorno del Piemonte ai 454 della Valle d'Aosta (massimo regionale). Nella ripartizione delle Isole, di contro, è erogato in media il volume minore di acqua (188 litri giornalieri per ogni abitante), sebbene i valori regionali più bassi dell'indicatore si osservino in Umbria (166) e Puglia (155).

Anche l'analisi per distretto idrografico mette in risalto significative diversità, che inevitabilmente riproducono quanto visto anche a livello regionale. Il distretto del fiume Po si contraddistingue,

<sup>7</sup> Nella lettura degli indicatori pro capite è necessario tener conto del fatto che si fa riferimento alla popolazione residente e che, quindi, non si tiene conto delle variazioni di popolazione che possono aver luogo in determinati periodi dell'anno nei territori a maggior vocazione attrattiva (per motivi di studio, lavoro, turismo).

<sup>8</sup> Fino al 2012 l'unico riferimento per l'elaborazione del bilancio idrico era il Decreto del Ministero dei lavori pubblici dell'8 gennaio 1997 n. 99. A partire dal 2013, l'Autorità per l'Energia Elettrica, il Gas e il Sistema Idrico (Determina n. 5/2014-DSID), con la prima raccolta sui dati tecnici presso gli enti gestori, ha apportato alcune modifiche alle componenti del bilancio del DM 99/97, indicando anche criteri numerici per la stima di alcune componenti. Tali criteri possono in generale variare tra una raccolta e l'altra.

nel 2015, per il maggior volume di acqua erogata giornalmente per abitante (247 litri); nel distretto della Sicilia, di contro, si eroga il minor volume giornaliero, 184 litri per abitante (**Fig. 2.3**).

**Tabella 2.2: Acqua immessa e acqua erogata per usi autorizzati nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile per regione – Anno 2015 (volumi in migliaia di metri cubi e pro capite in litri per abitante al giorno).**

Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.

Regione	Acqua immessa in rete	Acqua erogata per usi autorizzati	Acqua immessa in rete pro capite	Acqua erogata per usi autorizzati pro capite
Piemonte	584.051	378.203	362	235
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	26.085	21.199	559	454
Liguria	238.694	160.360	415	279
Lombardia	1.391.858	992.972	381	272
Trentino-Alto Adige/Südtirol	159.808	112.235	414	291
<i>Bolzano-Bozen</i>	<i>64.804</i>	<i>48.008</i>	<i>342</i>	<i>253</i>
<i>Trento</i>	<i>95.004</i>	<i>64.228</i>	<i>484</i>	<i>327</i>
Veneto	647.574	388.267	361	216
Friuli-Venezia Giulia	195.591	102.047	438	228
Emilia-Romagna	471.052	326.210	290	201
Toscana	426.726	241.394	312	176
Umbria	101.978	54.238	313	166
Marche	167.140	110.096	296	195
Lazio	972.540	458.342	452	213
Abruzzo	230.772	120.160	476	248
Molise	53.491	28.121	469	246
Campania	820.102	437.444	384	205
Puglia	426.653	231.010	286	155
Basilicata	97.754	42.671	466	203
Calabria	350.048	206.145	486	286
Sicilia	683.146	341.567	368	184
Sardegna	274.999	121.992	454	201
<b>Nord-ovest</b>	<b>2.240.688</b>	<b>1.552.733</b>	<b>381</b>	<b>264</b>
<b>Nord-est</b>	<b>1.474.024</b>	<b>928.760</b>	<b>347</b>	<b>218</b>
<b>Centro</b>	<b>1.668.384</b>	<b>864.071</b>	<b>378</b>	<b>196</b>
<b>Sud</b>	<b>1.978.820</b>	<b>1.065.551</b>	<b>384</b>	<b>207</b>
<b>Isole</b>	<b>958.145</b>	<b>463.559</b>	<b>389</b>	<b>188</b>
<b>ITALIA</b>	<b>8.320.061</b>	<b>4.874.673</b>	<b>375</b>	<b>220</b>

**Figura 2.2: Acqua immessa e acqua erogata per usi autorizzati dalle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile per ripartizione geografica – Anno 2015 (litri per abitante al giorno).**

Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.

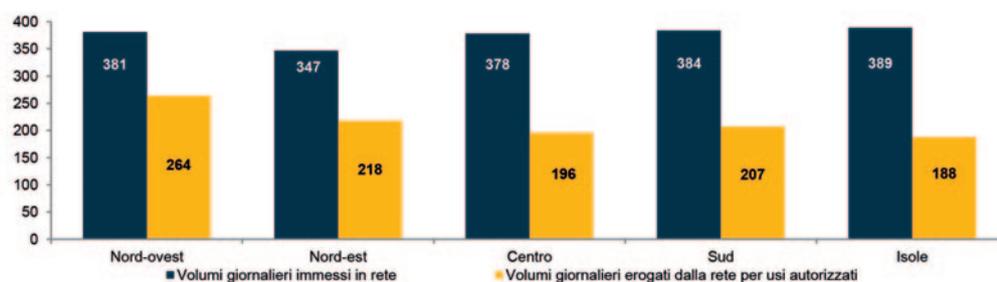
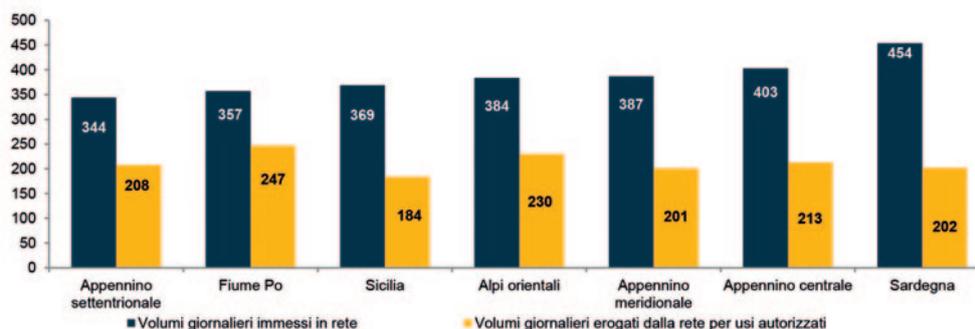
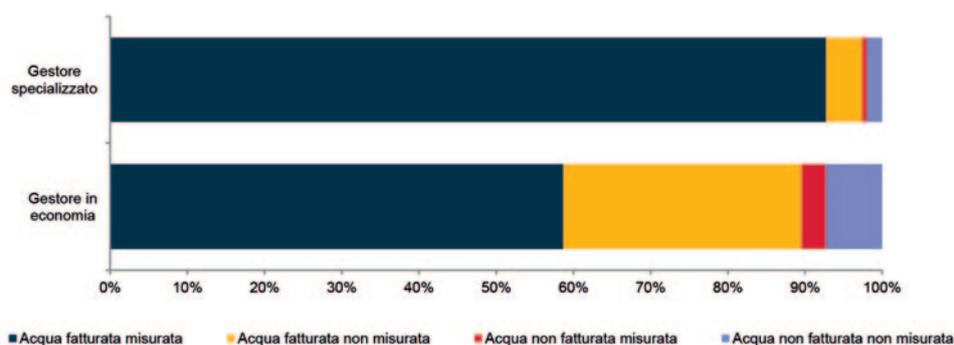


Figura 2.3: Acqua immessa e acqua erogata per usi autorizzati dalle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile per distretto idrografico – Anno 2015 (litri per abitante al giorno).  
Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.



Non tutta l'acqua erogata viene fatturata agli utenti: nel complesso, il 96,3% viene fatturato e il restante 3,7% è erogato dall'ente gestore per usi non fatturati (**Fig. 2.4**). Anche in questo caso si rileva una sensibile diversità a seconda della tipologia di gestione. Nel caso di gestioni specializzate il 97,5% del volume complessivamente erogato viene fatturato agli utenti e si tratta di volumi quasi completamente misurati. Nelle gestioni in economia, invece, la componente fatturata incide su poco meno del 90% del complessivo erogato; la misurazione pesa sul 65,5% del fatturato complessivo. Casi più frequenti di volumi non fatturati, presenti soprattutto nelle gestioni in economia, sono i fontanili, lavaggio strade, antincendio.

Figura 2.4: Acqua erogata per usi autorizzati dalle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile per tipologia di gestore – Anno 2015 (composizione percentuale).  
Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.



### 2.2.3 Le perdite idriche

L'analisi degli indicatori fin qui proposti consente di fare una valutazione sulla situazione delle perdite idriche che possono generarsi in adduzione, tra il punto di prelievo e il serbatoio, e in distribuzione, come differenza tra i volumi immessi in rete e quelli erogati agli utenti finali.

Rispetto al volume di acqua che è stato prelevato in Italia nel 2015 dalle fonti di approvvigionamento per uso potabile e considerati i 71,7 milioni di metri cubi addotti all'ingrosso per usi non civili dell'acqua fuori dal sistema di distribuzione (in particolare, nell'agricoltura e nell'industria), il quantitativo che viene effettivamente immesso in rete si riduce dell'11,6%. A livello locale ricordiamo che nelle aree più ricche d'acqua, che si trovano molto spesso in alta quota, la differenza tra il prelevato e l'impresso in rete è dovuto al troppo pieno, quando in pratica l'acqua supera la capacità di contenimento del serbatoio e l'esubero torna in natura. Significative differenze tra i due volumi si riscontrano anche nel caso di reti di adduzione particolarmente estese. Ricordiamo, infine, che la differenza tra i due volumi è, inoltre, più consistente nel caso in cui l'acqua prelevata venga sottoposta a un trattamento di potabilizzazione, in quanto durante il processo si disperde una parte di risorsa.

Nell'ambito della distribuzione, il volume di perdite idriche totali, ottenute dalla differenza tra i volumi immessi in rete e i volumi erogati per usi autorizzati, ammonta nel 2015 a 3,45 miliardi di metri cubi, corrispondenti a una dispersione giornaliera di 9,4 milioni di metri cubi. Il rapporto percentuale tra il volume totale disperso e il volume complessivamente immesso nella rete è l'indicatore più frequentemente utilizzato per la misura delle perdite di una rete di distribuzione. Nel 2015 esso è pari al 41,4%, in aumento di quattro punti percentuali rispetto al 2012 (37,4%), a conferma dello stato di persistente inadeguatezza e inefficienza in cui versa l'infrastruttura idrica e degli scarsi investimenti in termini di manutenzione e sviluppo. Nel dettaglio, le perdite percentuali reali, dovute a corrosione o deterioramento delle tubazioni, rotture nelle tubazioni o giunzioni difettose e inefficienti, risultano pari al 38,3%, mentre le perdite percentuali apparenti, riconducibili a consumi non autorizzati ed errori di misura, sono stimate pari al 3,1% dell'acqua immessa in rete. Nel complesso, considerando congiuntamente i sistemi di adduzione e distribuzione, si verifica che poco meno della metà del volume di acqua prelevata alla fonte (47,9%) non raggiunge gli utenti finali a causa delle dispersioni idriche di rete.

L'analisi a livello regionale viene di seguito svolta per le perdite idriche della rete di distribuzione, in quanto bisogna essere molto cauti nella valutazione delle perdite regionali in adduzione dal momento che posso essere presenti, come evidenziato in precedenza, scambi idrici interregionali, molto importanti in alcuni casi, che fanno sì che il luogo di prelievo e di consumo non ricadono sullo stesso territorio.

Il grado di dispersione delle reti di distribuzione si presenta piuttosto variabile sul territorio (v. colonna "2015" nella **Tab. 2.3**).

Tutte le regioni del Nord Italia, a eccezione del Friuli-Venezia Giulia, hanno un livello di perdite percentuali totali inferiore a quello nazionale, con il minimo in Valle d'Aosta (18,7%). Tra le ripartizioni, il Nord-ovest presenta il valore più basso dell'indicatore di perdite idriche totali percentuali (30,7%). Si contrappone, per le maggiori criticità, la ripartizione delle Isole, dove più della metà dei volumi immessi in rete non raggiunge gli utenti finali (51,6%), registrando tra l'altro un peggioramento di oltre tre punti percentuali rispetto al 2012. A livello regionale, ingenti perdite si registrano in diverse regioni del Centro e del Mezzogiorno. Nel dettaglio, le perdite idriche totali sono più alte in Basilicata (56,3%), Sardegna (55,6%), Lazio (52,9%) e Sicilia (50,0%). Rispetto al 2012, l'andamento delle perdite idriche totali evidenzia una forte variabilità territoriale (**Fig. 2.5**). Piemonte e Valle d'Aosta sono le uniche regioni a presentare un evidente miglioramento (v. **Tab.**

**2.3).** Tutte le altre regioni presentano, invece, un peggioramento delle perdite idriche totali di rete. Come già segnalato, le variazioni rispetto al 2012 devono essere lette tenendo conto anche delle diverse metodologie di calcolo del bilancio idrico.

A livello di distretto idrografico, valori superiori al dato nazionale di perdite idriche totali della rete di distribuzione si riscontrano in tutti i distretti del Centro-sud, con i valori più alti nei distretti Sardegna e Sicilia. Nel distretto del fiume Po l'indicatore raggiunge, di contro, il valore minimo, pari al 30,8% del volume immesso in rete (**Fig. 2.6**).

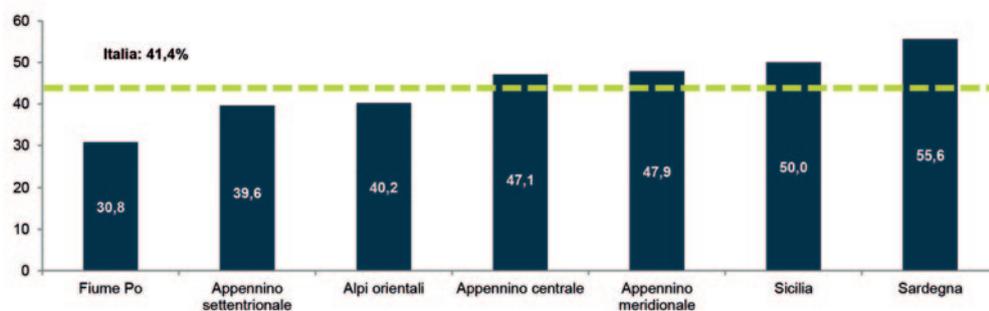
**Tabella 2.3: Perdite idriche totali nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua per uso potabile per regione - Anni 2012 e 2015 (valori percentuali sul volume immesso in rete). Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.**

Regione	2012	2015	Differenze 2015 - 2012
Piemonte	38,0	35,2	-2,8
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	21,9	18,7	-3,2
Liguria	31,2	32,8	1,6
Lombardia	26,5	28,7	2,2
Trentino-Alto Adige/Südtirol	25,6	29,8	4,2
<i>Bolzano/Bozen</i>	<i>25,5</i>	<i>25,9</i>	<i>0,4</i>
<i>Trento</i>	<i>25,7</i>	<i>32,4</i>	<i>6,7</i>
Veneto	35,6	40,0	4,4
Friuli-Venezia Giulia	44,9	47,8	2,9
Emilia-Romagna	25,6	30,7	5,1
Toscana	38,6	43,4	4,8
Umbria	38,5	46,8	8,3
Marche	28,9	34,1	5,2
Lazio	45,1	52,9	7,8
Abruzzo	42,3	47,9	5,6
Molise	47,2	47,4	0,2
Campania	45,8	46,7	0,9
Puglia	34,6	45,9	11,3
Basilicata	38,5	56,3	17,8
Calabria	35,4	41,1	5,7
Sicilia	45,6	50,0	4,4
Sardegna	54,8	55,6	0,8
<b>Nord-ovest</b>	<b>30,0</b>	<b>30,7</b>	<b>0,7</b>
<b>Nord-est</b>	<b>32,6</b>	<b>37,0</b>	<b>4,4</b>
<b>Centro</b>	<b>41,4</b>	<b>48,2</b>	<b>6,8</b>
<b>Sud</b>	<b>40,9</b>	<b>46,2</b>	<b>5,3</b>
<b>Isole</b>	<b>48,3</b>	<b>51,6</b>	<b>3,3</b>
<b>ITALIA</b>	<b>37,4</b>	<b>41,4</b>	<b>4,0</b>

Figura 2.5: Perdite idriche totali nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile per provincia - Anno 2015 (valori percentuali sul volume immesso in rete).  
Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.



Figura 2.6: Perdite idriche totali nelle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile per distretto idrografico - Anno 2015 (valori percentuali sul volume immesso in rete).  
Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.



## 2.2.4 Le acque reflue urbane

Nel 2015 il servizio pubblico di depurazione delle acque reflue urbane è presente nel 95,7% dei comuni italiani (7.705): i reflui urbani prodotti e convogliati nella rete fognaria pubblica confluiscono, totalmente o in parte, in impianti di depurazione.

Nei restanti 342 comuni, dove risiedono circa 1,4 milioni di abitanti (pari al 2,4% della popolazione italiana), il servizio di depurazione è assente, dal momento che i reflui urbani non sono collettati in impianti pubblici in esercizio. Le situazioni di maggior criticità si registrano in Sicilia, dove i comuni senza depurazione sono 75 (12,9% della popolazione regionale), in Calabria con 57 comuni (7% della popolazione) e in Campania, con 55 comuni (3,9% della popolazione).

Nel 2015 sono stati censiti sul territorio nazionale 17.897 impianti di depurazione delle acque



reflue urbane in esercizio, un numero in lieve riduzione (-1,5%) rispetto al 2012 a seguito della dismissione di piccoli e/o vetusti impianti e al collettamento dei relativi reflui in depuratori con maggiori capacità di trattamento, al fine di garantire una maggiore efficienza e qualità del servizio, oltre che una riduzione dei costi di esercizio.

L'analisi della distribuzione regionale degli impianti riferisce che poco più di un quinto del totale degli impianti si concentra in Piemonte; seguono Emilia-Romagna e Lombardia, che contribuiscono rispettivamente per l'11,4% e l'8,4% del parco depuratori nazionale.

Con riferimento alla tipologia di trattamento effettuato, il 46,8% degli impianti è costituito da vasche Imhoff, il 9,0% da impianti con trattamento primario, il 44,2% da impianti con trattamento secondario o avanzato.

La presenza di vasche Imhoff si manifesta più concentrata nelle zone di montagna, in quanto sono infrastrutture che ben si adattano alla orografia e alla densità abitativa del territorio, come succede in Valle d'Aosta, Liguria, Abruzzo e Piemonte.

In termini assoluti, il maggior numero di impianti con trattamento avanzato si ritrova in Lombardia (373) e Veneto (259). Sono però le regioni del Mezzogiorno a registrare, in proporzione sulla propria dotazione infrastrutturale, le percentuali più elevate di impianti che eseguono un trattamento di tipo avanzato o almeno secondario: in Basilicata rappresentano il 98,8% del totale degli impianti di depurazione presenti, in Puglia il 97,4% e in Sardegna il 94,3%.

Nella maggior parte delle regioni italiane oltre il 90% dei carichi inquinanti viene depurato in impianti secondari o avanzati, a eccezione di Valle d'Aosta, Liguria, Molise e Calabria.

In termini di abitanti equivalenti, nel 2015, risultano serviti da depurazione poco più di 75 milioni di abitanti. Più del 50% del carico inquinante confluito (56,5%) è confluito negli impianti di depurazione di sei regioni (Lombardia, Piemonte, Toscana, Emilia-Romagna, Lazio e Campania).

Gli impianti di depurazione di tipo avanzato, pur rappresentando il 12,9% degli impianti complessivi, trattano il 66,7% dei carichi inquinanti effettivi prodotti sul territorio nazionale.

Rispetto al carico inquinante potenziale generato sul territorio italiano (circa 98 milioni di Abitanti equivalenti totali urbani, Aetu<sup>9</sup>) si stima che il 62,6% è sottoposto a un trattamento di depurazione attraverso servizi idrici pubblici.

In tutte le ripartizioni territoriali più della metà del potenziale generato è depurato, con il massimo nel Nord-ovest (68,2%) e il minimo nelle Isole (51,5%). A livello regionale, provincia autonoma di Bolzano, Valle d'Aosta, Liguria, Piemonte e Molise realizzano le percentuali maggiori, rispettivamente 99,8%, 76,4%, 75,2%, 74,4% e 72,1%; mentre Sicilia e Marche, con il 48,3% e il 49,8%, presentano quelle minori.

Limitando l'analisi agli impianti almeno secondari, si stima che, a livello nazionale, la percentuale di carichi inquinanti di origine civile (in termini di abitanti equivalenti) sottoposti a un trattamento di depurazione di tipo almeno secondario è il 59,6% del potenziale generato. In tutte le ripartizioni geografiche tale percentuale supera il 47%, con la massima capacità depurativa ancora nel Nord-ovest (64,6%). Meno adeguato risulta, invece, il sistema depurativo delle Isole, che garantisce un trattamento almeno secondario su una quota di poco inferiore al 48% del suo potenziale generato. A livello regionale risulta che Trentino-Alto Adige, Piemonte e Umbria presentano le percentuali maggiori, rispettivamente il 78,9%, il 69,7% e il 68,7%; mentre Sicilia e Calabria, con il 43,9% e il 46,0%, quelle minori.

---

<sup>9</sup> Gli Aetu stimano il carico inquinante potenziale veicolato nelle acque reflue urbane recapitate nella rete fognaria dalle diverse fonti di generazione. Le fonti di generazione considerate sono: la popolazione residente, le attività domestiche e a esse assimilabili, le attività alberghiere, turistiche, scolastiche e le micro-imprese generalmente operanti all'interno dei centri urbani, i cui scarichi presentano caratteristiche qualitative equivalenti al metabolismo umano o ad attività domestiche e in cui gli inquinanti sono costituiti prevalentemente da sostanze biodegradabili

L'analisi dell'indicatore in serie storica riferisce un aumento modesto dei carichi inquinanti di origine civile trattati in impianti secondari o avanzati: dal 56,5% del 2008 al 57,6% del 2012, fino al 59,6% del 2015.

Le acque provenienti dai processi di trattamento degli impianti di depurazione dei reflui urbani possono rappresentare un'alternativa affidabile di approvvigionamento, soprattutto al fine di contrastare la scarsità di risorse idriche.

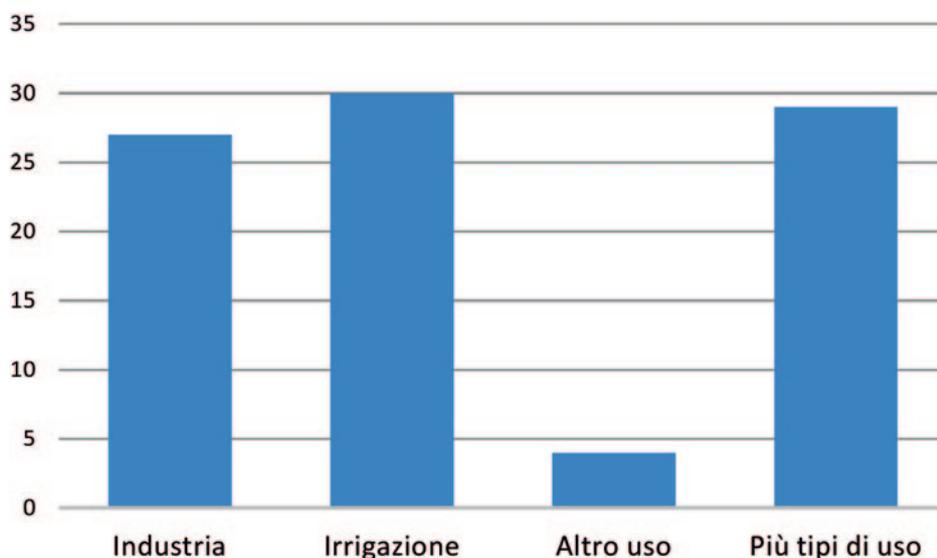
Il riutilizzo delle acque reflue è ancora poco diffuso nel nostro Paese, se non in alcune specifiche realtà territoriali. Nel 2015 soltanto in 90 impianti di depurazione le acque reflue urbane trattate sono state riutilizzate e pertanto non sono state immesse direttamente nei corpi idrici.

Più di un quarto di questi impianti sono localizzati in Lombardia (24); a seguire principalmente in Piemonte (13), Toscana (11) e Sardegna (10). Si tratta nella maggior parte dei casi di impianti di tipo avanzato (67,8%) e di tipo secondario (23,3%).

Circa i due terzi di questi impianti trattano in media carichi inquinanti pari ad almeno 10.000 abitanti equivalenti, di questi 18 trattano carichi superiori a 100.000 a.e.

Il riutilizzo delle acque reflue è soprattutto nell'irrigazione, seguono le attività industriali, soprattutto nell'ambito dei processi di raffreddamento, ed altre destinazioni (ad esempio, l'innevamento). In diversi casi si riscontrano riutilizzi plurimi, ossia relativi a più tipologie di uso (**Fig. 2.7**).

**Figura 2.7 - Impianti di depurazione delle acque reflue urbane per tipologia di riutilizzo delle acque reflue. - Anno 2015. Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile.**



## 2.3 Analisi della siccità in Italia nel 2017

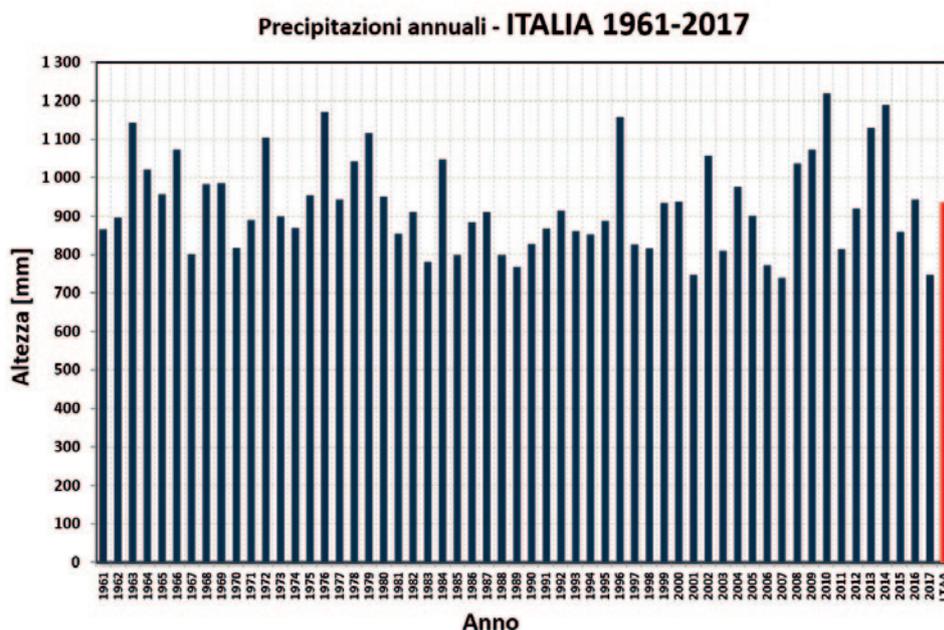
Le valutazioni dei principali caratteri idrologici della siccità in Italia nell'anno solare 2017 sono state effettuate mediante la versione 2.0 del modello BIGBANG (Braca, 2017; Braca et al., 2019), sviluppato da ISPRA per la stima mensile delle componenti del bilancio idrologico, e sono state confrontate con i corrispondenti valori medi relativi al periodo 1961 - 2016 (che rappresentano una *Long Term Annual Average* - LTAA). Oltre all'intero territorio nazionale, la presentazione dei risultati è fornita anche con riferimento al territorio delle regioni e dei distretti idrografici.

Le elaborazioni sono ottenute sulla base dei dati di precipitazione mensile pubblicati sugli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei dati rilevati dalle reti dei servizi idrologici regionali e delle province autonome (v. **Tabella 4.1**; circa 3000 stazioni) e sulla base dei grigliati di temperatura media mensile elaborati dal "Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici" - SCIA di ISPRA (<http://www.scia.isprambiente.it/>) che, a loro volta, sono derivati dai dati di temperatura rilevati dalle stazioni delle reti dei servizi idrologici regionali e delle province autonome e da quelle di altri reti nazionali e regionali disponibili sul territorio nazionale (v. **§ 4.2**).

Le valutazioni effettuate con il modello BIGBANG sono confrontabili con quanto riportato nel Rapporto dell'ISPRA "Gli indicatori del Clima in Italia nel 2017, Anno XIII" (Desiato et al., 2018), in cui tuttavia le analisi fanno riferimento al trentennio climatologico standard 1961 - 1990.

Il 2017 è stato caratterizzato in Italia da un diffuso e generalizzato deficit di precipitazione che ha interessato la maggior parte del territorio nazionale, che si è manifestato in quasi tutti i mesi dell'anno e ha determinato in diverse regioni notevoli problemi di approvvigionamento idrico sia nel comparto civile che in quello agricolo. L'anomalia percentuale rispetto alla media LTAA registrata nel territorio nazionale è stata di circa il -21%, ponendo il 2017 tra gli anni più siccitosi della serie dal 1961 al 2017, insieme agli anni 1983, 1985, 1988, 1989, 2001, 2006 e 2007 che hanno fatto registrare valori inferiori a 800 mm/anno (**Fig. 2.8**).

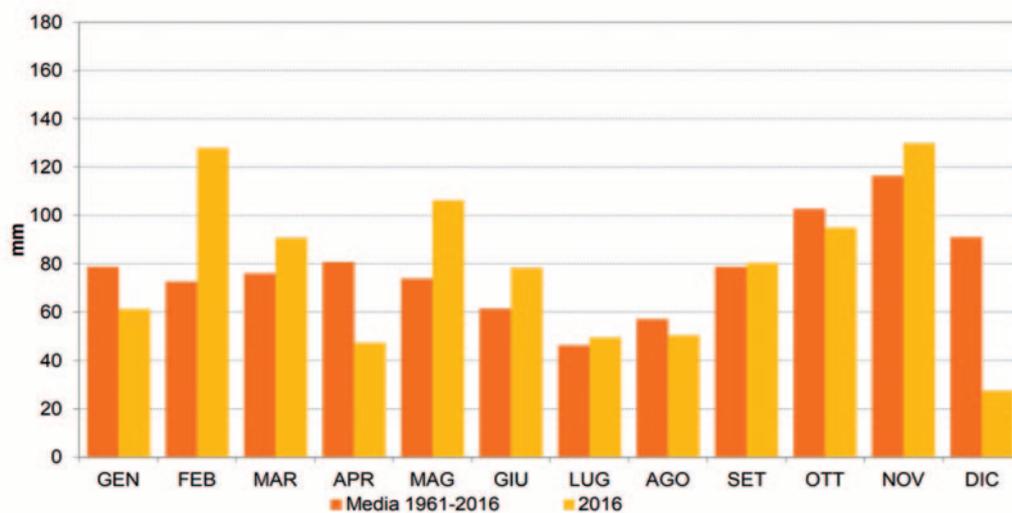
Figura 2.8: Precipitazioni annuali in Italia dal 1961 - 2017 valutate con il modello BIGBANG 2.0 e media su lungo periodo (LTAA, in rosso). Fonte: Elaborazione ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle province autonome.



In realtà, il periodo siccitoso che ha caratterizzato il 2017 sarebbe iniziato già nel mese di dicembre del 2016 (**Fig. 2.9**) dove la precipitazione mensile aveva fatto registrare una riduzione percentuale rispetto alla media sul lungo periodo di circa il 70% (ISPRA, 2018), proprio in uno dei mesi mediamente più piovosi dell'anno, venendo così a mancare un apporto importante alla ricarica delle falde e all'immagazzinamento negli invasi.

In **Figura 2.10a** è riportata la distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate annue nel 2017, mentre in **Figura 2.10b** è riportata la corrispondente distribuzione della LTAA. In **Figura 2.11** sono riportate invece le distribuzioni spaziali rispettivamente del rapporto percentuale (pannello **a**) e dell'anomalia percentuale (pannello **b**) tra la precipitazione nel 2017 e la corrispondente LTAA. Come si evince dall'osservazione e dal confronto dei valori riportati in queste figure, il deficit di precipitazione nel 2017 ha interessato l'intero territorio nazionale a eccezione della fascia costiera adriatica dalle Marche al Molise, dell'arco alpino del Trentino e della parte orientale del Friuli Venezia Giulia, e dell'estremo sud della Sicilia, dove sono stati registrati valori di precipitazione nella norma o addirittura superiori alla LTAA. Le aree, invece, maggiormente colpite dal deficit di precipitazione annuale sono state il settore nord occidentale dell'Italia, la Toscana meridionale, l'alto Lazio (per un approfondimento vedere lo studio in **allegato 1**) e la Sardegna dove sono stati raggiunti deficit percentuali di precipitazioni anche superiori al 50%. Nel resto del paese il deficit è stato dell'ordine del 20 - 30%.

**Figura 2.9: Precipitazioni mensili in Italia nel 2016 rispetto alla media 1961 - 2016** (tratta da "Annuario dei dati Ambientali ISPRA, edizione 2018").



Fonte: ISPRA, ARPA/APPA, Centri Funzionali Regionali di Protezione Civile

Il periodo del grave deficit di precipitazione avrebbe, tuttavia, iniziato ad attenuarsi già alla fine dell'anno 2017, quando in tutte le regioni, ad eccezione della Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna sono stati registrati valori di precipitazione superiori alla media (**Tab. 2.4**). Tale situazione è continuata nel 2018 con valori, sebbene variabili, nel complesso superiori alla media climatologica (Desiato et al., 2019). La regione che ha fatto, comunque, registrare il maggiore deficit annuale di precipitazione è stata la Sardegna con un valore di poco superiore al 45%. A livello di distretto idrografico (**Tab. 2.5**), l'anomalia percentuale annua ha raggiunto il suo massimo, oltre che nel distretto della Sardegna, nel distretto dell'Appennino Settentrionale con un valore di poco

superiore al 29%, mentre il distretto meno colpito dal deficit di precipitazione è stato quello delle Alpi Orientali dove non è andato oltre il 4,6%

Al fine di fornire ulteriori elementi per caratterizzare il deficit di precipitazione a livello nazionale è stato calcolato, sulla base della serie storica delle precipitazioni mensili dal 1961 al 2017, lo *Standardized Precipitation Index* – SPI (McKee et al., 1993) per l'Italia, relativo a ciascun mese del 2017 e per le aggregazioni temporali 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 mesi (**Tab. 2.6**). Il calcolo è stato effettuato mediante il tool sviluppato da ISPRA denominato “ANAlisi statistica di BAse delle Serie storiche di dati Idrologici” – ANÁBASI ([http://www.isprambiente.gov.it/pre\\_meteo/idro/ANABASI\\_ISPRA.html](http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/ANABASI_ISPRA.html)). Come sarà descritto nel **paragrafo 4.2**, l'SPI è difatti uno degli indicatori maggiormente diffusi, pratici e utili per monitorare la siccità a diverse scale temporali, essendo tra l'altro basato sull'utilizzo dei soli dati di precipitazione. Valori negativi di SPI indicano una precipitazione minore della media, ossia condizioni siccitose più o meno estreme; mentre valori positivi indicano una precipitazione maggiore della media, ossia condizioni umide.

Come si evince dalla **Tabella 2.6**, il 2017 è stato caratterizzato per la quasi totalità delle aggregazioni e per quasi tutti i mesi da valori di SPI negativi, che hanno raggiunto valori particolarmente severi, inferiori a -2,0 (siccità estrema), nel periodo agosto – novembre per le aggregazioni 6, 9 e 12 mesi, raggiungendo i valori massimi di -2,49 ad agosto per l'aggregazione a 6 mesi e di -2,37 nel mese di novembre per l'aggregazione a 12 mesi. Questi ultimi valori corrispondono a un deficit percentuale di precipitazione rispettivamente del 33% (261,7 mm su 6 mesi da marzo ad agosto rispetto a una LTAA di 390,3 mm; 2° minimo storico dopo quello della cumulata del marzo – agosto 2003) e del 28% (672,6 mm su 12 mesi da dicembre 2016 a novembre 2017 rispetto a una LTAA di 932,0 mm; minimo storico della corrispondente serie). Se esprimiamo l'SPI in termini di frequenza di accadimento, questi due valori presentano un periodo di ritorno superiore a 100 anni mentre tutti gli altri valori di SPI del 2017 presentano frequenze inferiori a 100 anni.

In **Figura 2.12** è riportata la serie storica 1962 – 2017 dell'SPI a 12 mesi sull'intero territorio nazionale. Tale aggregazione temporale fornisce utili indicazioni per valutare l'impatto della siccità sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi (cosiddetta siccità idrologica). Dalla figura si evince chiaramente che alcuni mesi del 2017 sono stati caratterizzato da una siccità severa ed estrema, con associati valori di SPI a 12 mesi anche inferiori a -2,0 come nei mesi di ottobre e novembre. Solo nel 2002, nel 1989 e nel 1990 si erano raggiunti valori inferiori a -2,0 per l'SPI a 12 mesi, finanche valori di circa -2,8.

In **Figura 2.13a** è riportata la distribuzione spaziale della temperatura media annua nel 2017 e nella **Figura 2.13b** è riportata la corrispondente distribuzione della LTAA. In **Figura 2.14** è invece riportata l'anomalia in gradi centigradi, corrispondente alla differenza tra le distribuzioni riportate nei due pannelli in **Figura 2.13**.

A livello nazionale, il 2017 ha presentato un'anomalia media di +1,2 °C (si veda, ad es., **Tab. 2.7**). Anche a livello di singole regioni e di distretti idrografici sono state registrate anomalie medie annuali positive, in taluni casi anche ben superiori all'anomalia media nazionale (**Tab. 2.7** e **Tab. 2.8**). Tale significativa anomalia positiva di temperatura annua in tutte le regioni e in tutti i distretti idrografici ha contribuito ad aggravare gli effetti già dovuti al deficit di precipitazione registrato durante l'anno (**Fig. 2.11**). In particolare, in Sardegna si è registrata la massima anomalia della temperatura annua, sia a livello regionale sia a livello distrettuale, con una anomalia di +2,3 °C. Il mese di giugno è stato il mese che ha presentato l'anomalia maggiore a livello nazionale con un valore di +3,2 °C, mentre in alcune regioni sono stati registrati, nello stesso mese, valori con un'anomalia addirittura uguale o superiore a +4,0 °C.

In generale, le temperature registrate nel periodo compreso tra febbraio e agosto 2017 sono state sempre superiori alle corrispondenti LTAA.

Figura 2.10: Precipitazione annua nel 2017 (a) e precipitazione annua media 1961 – 2016 (b) calcolate sulla base delle elaborazioni del modello BIGBANG 2.0.  
 Fonte: Elaborazione ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle provincie autonome.

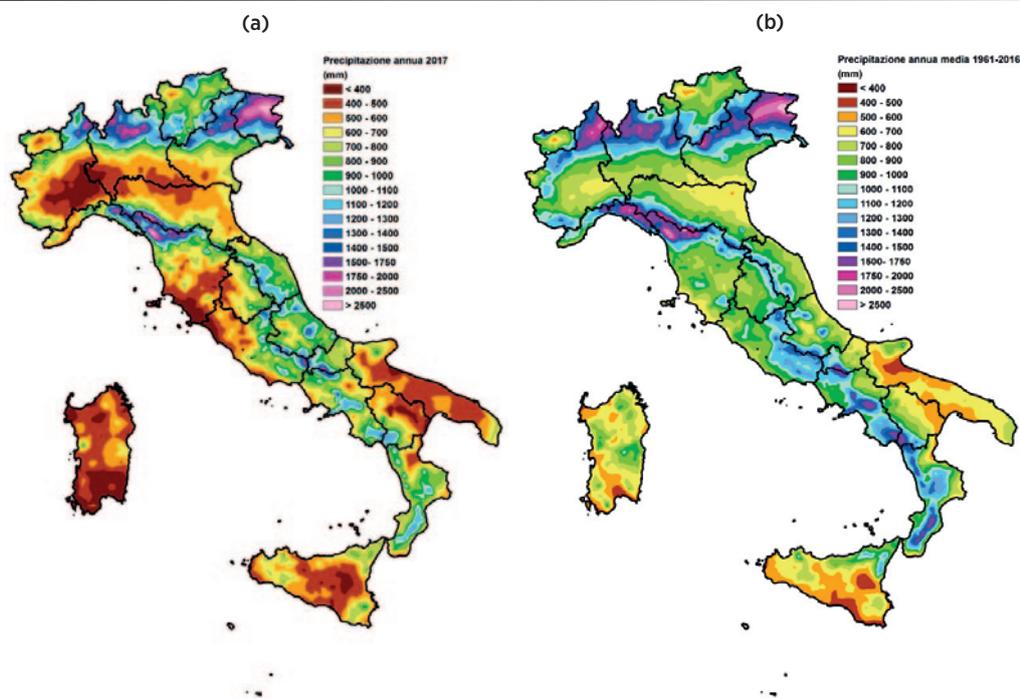
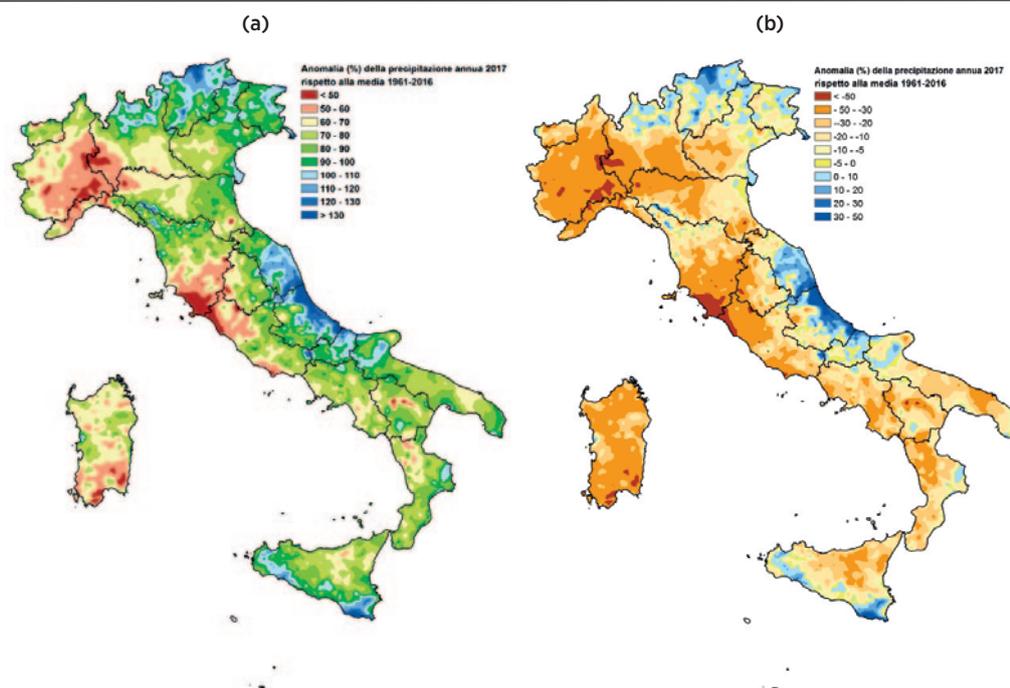


Figura 2.11: Rapporto (%) della precipitazione annua nel 2017 rispetto alla precipitazione annua media 1961 – 2016 (a) e della rispettiva anomalia di precipitazione (b) calcolati sulla base delle elaborazioni del modello BIGBANG 2.0. Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle provincie autonome.



**Tabella 2.4: Anomalia percentuale (%) della precipitazione mensile e annua rispetto alle corrispondenti medie 1961 - 2016 con riferimento al territorio delle regioni e all'Italia.**  
**Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle province autonome.**

Regione	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Abruzzo	107,9	-5,1	-23,6	-21,8	23,5	-73,4	-23,3	-82,6	48,9	-61,7	48,9	14,2	-4,0
Basilicata	24,2	-36,6	-44,8	-45,0	7,3	-44,8	-51,2	-79,4	30,7	-69,1	19,7	-29,7	-26,6
Calabria	61,8	-41,5	-49,6	-32,6	-36,9	-79,0	-48,5	-88,2	13,7	-69,1	4,1	-37,0	-33,6
Campania	3,1	-31,8	-52,2	-63,1	-54,6	-75,5	-37,6	-93,6	38,2	-77,7	27,7	19,8	-33,1
Emilia-Romagna	-77,5	31,6	-58,2	-48,4	-4,4	-35,3	-63,3	-75,4	34,4	-86,6	44,2	20,3	-26,5
Friuli Venezia Giulia	-65,8	42,9	-52,9	58,6	-42,5	6,4	-12,9	-38,9	79,5	-86,4	-4,7	94,8	-1,8
Lazio	-40,8	-37,7	-45,9	-41,4	-41,0	-72,4	-40,4	-91,3	57,7	-85,0	-14,2	46,8	-33,8
Liguria	-83,3	19,0	-15,4	-53,4	-28,0	-66,5	-55,8	-79,6	-32,8	-94,9	-28,6	103,8	-34,6
Lombardia	-92,1	31,9	-38,8	-23,8	-14,2	43,1	-29,1	-44,5	28,8	-92,2	-26,1	34,6	-18,5
Marche	59,3	57,2	-22,2	-11,1	-2,0	-53,2	-60,2	-90,4	80,8	-56,6	49,9	11,7	-3,1
Molise	57,8	-25,6	-30,1	-18,5	24,8	-61,2	-27,3	-65,9	47,5	-54,1	44,8	22,8	-7,1
Piemonte	-88,6	-10,8	36,0	-45,9	-32,5	-5,2	-32,7	-45,9	-51,6	-98,6	-39,1	10,6	-33,7
Puglia	66,1	-34,1	-54,9	-29,0	13,7	-72,9	-51,3	-78,7	22,9	-50,9	55,5	-48,9	-21,9
Sardegna	60,3	-14,3	-80,0	-61,8	-98,6	-30,6	-90,0	-90,4	-16,1	-81,0	-27,6	-12,8	-45,2
Sicilia	79,2	-6,9	-61,7	-8,5	-85,3	-60,8	6,2	-96,2	25,0	-45,4	9,8	-52,0	-24,7
Toscana	-58,1	25,6	-25,6	-50,5	-44,3	-61,3	-50,8	-75,8	48,0	-93,1	-18,5	58,2	-28,6
Trentino Alto Adige	-84,5	34,0	-19,2	-0,5	-22,1	38,3	7,1	15,5	44,7	-78,5	-21,8	106,5	1,6
Umbria	-40,5	-7,6	-19,7	-33,7	-39,3	-52,9	-42,9	-77,3	28,8	-85,0	-19,3	72,5	-26,4
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	-64,2	-23,4	58,6	-38,4	-28,0	-3,6	9,9	17,4	-71,3	-93,9	-69,1	58,0	-20,7
Veneto	-78,5	43,2	-67,0	-1,4	-25,7	-4,1	-3,5	-58,0	80,2	-79,4	6,2	32,2	-13,0
Italia	-6,3	-1,9	-38,7	-30,6	-28,6	-19,5	-28,9	-57,4	29,1	-79,5	-0,2	14,0	-20,7

**Tabella 2.5: Anomalia percentuale (%) della precipitazione mensile e annua rispetto alle corrispondenti medie 1961 - 2016 con riferimento al territorio dei distretti idrografici e all'Italia.**  
**Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle province autonome.**

Distretto idrografico	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Alpi Orientali	-74,8	37,7	-50,4	20,8	-30,4	12,5	-0,1	-27,7	69,3	-82,1	-4,7	74,6	-4,6
Appennino Centrale	12,8	-4,4	-29,3	-29,6	-20,0	-65,5	-43,3	-85,3	53,3	-74,9	8,7	33,0	-20,4
Appennino Meridionale	36,6	-36,0	-49,2	-40,5	-17,0	-67,2	-42,0	-84,5	31,0	-67,5	23,9	-12,6	-27,1
Appennino Settentrionale	-62,9	25,4	-24,7	-51,5	-40,9	-61,9	-48,9	-77,7	35,7	-93,7	-21,0	69,9	-29,3
Fiume Po	-84,2	19,4	-16,1	-38,8	-20,6	4,6	-35,3	-49,0	1,9	-92,0	-11,1	26,4	-24,6
Sardegna	60,3	-14,4	-80,0	-61,8	-98,6	-30,5	-90,0	-90,5	-16,1	-81,0	-27,6	-12,8	-45,2
Sicilia	79,2	-6,9	-61,7	-8,5	-85,3	-60,8	6,2	-96,2	25,0	-45,4	9,8	-52,0	-24,7
Italia	-6,3	-1,9	-38,7	-30,6	-28,6	-19,5	-28,9	-57,4	29,1	-79,5	-0,2	14,0	-20,7

Tabella 2.6: Valori mensili dell'SPI nel 2017 calcolati per l'Italia alle aggregazioni temporali di 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 mesi, rispetto al periodo 1961 - 2017. Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle province autonome.

MESE 2017	AGGREGAZIONE (MESI)								VALORI SPI	LEGENDA
	1	2	3	6	9	12	24	48		
GENNAIO	0,05	-1,25	-0,58	-0,58	-0,06	0,22	-0,37	1,32	$SPI \geq 2,0$	umidità estrema
FEBBRAIO	0,12	0,02	-0,98	-0,56	-0,38	-0,23	-0,65	1,21	$1,5 \leq SPI < 2,0$	umidità severa
MARZO	-0,78	-0,49	-0,40	-0,77	-0,74	-0,56	-1,00	0,83	$1,0 \leq SPI < 1,5$	umidità moderata
APRILE	-0,91	-1,61	-1,04	-1,09	-1,06	-0,52	-0,98	0,74	$-1,0 < SPI < 1,0$	nella norma
MAGGIO	-0,71	-1,37	-1,74	-1,78	-1,26	-1,06	-1,06	0,47	$-1,5 < SPI \leq -1,0$	siccità moderata
GIUGNO	-0,67	-1,08	-1,59	-1,12	-1,32	-1,31	-1,11	0,49	$-2,0 < SPI \leq -1,5$	siccità severa
LUGLIO	-0,71	-0,94	-1,35	-1,51	-1,49	-1,46	-1,05	0,45	$SPI \leq -2,0$	siccità estrema
AGOSTO	-1,55	-1,65	-1,63	-2,49	-2,26	-1,73	-1,31	0,33		
SETTEMBRE	0,76	-0,11	-0,37	-1,28	-1,19	-1,43	-1,15	0,47		
OTTOBRE	-2,30	-1,14	-1,66	-2,11	-2,22	-2,23	-1,94	0,17		
NOVEMBRE	0,14	-1,13	-0,78	-1,47	-2,22	-2,37	-1,59	-0,01		
DICEMBRE	0,44	0,29	-0,75	-0,92	-1,41	-1,57	-0,98	0,04		

Figura 2.12: SPI a 12 mesi per l'Italia riferito al periodo 1962 - 2017 (in blu i valori positivi e in rosso quelli negativi). La precipitazione cumulata a 12 mesi è anch'essa riportata come linea continua nera. Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati degli Annali del Servizio Idrografico Nazionale e dei servizi idrologici regionali e delle province autonome.

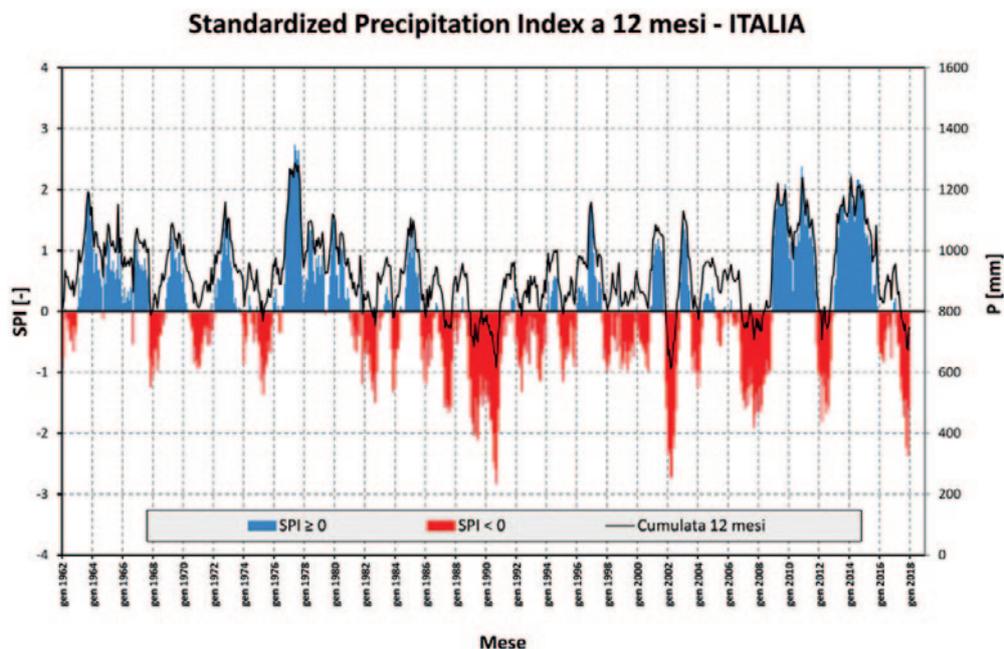




Figura 2.13: Temperatura annua nel 2017 (a) e temperatura annua media 1961 - 2016 (b) calcolata sulla base dei grigliati elaborati dal sistema SCIA. Fonte: Elaborazione ISPRA.

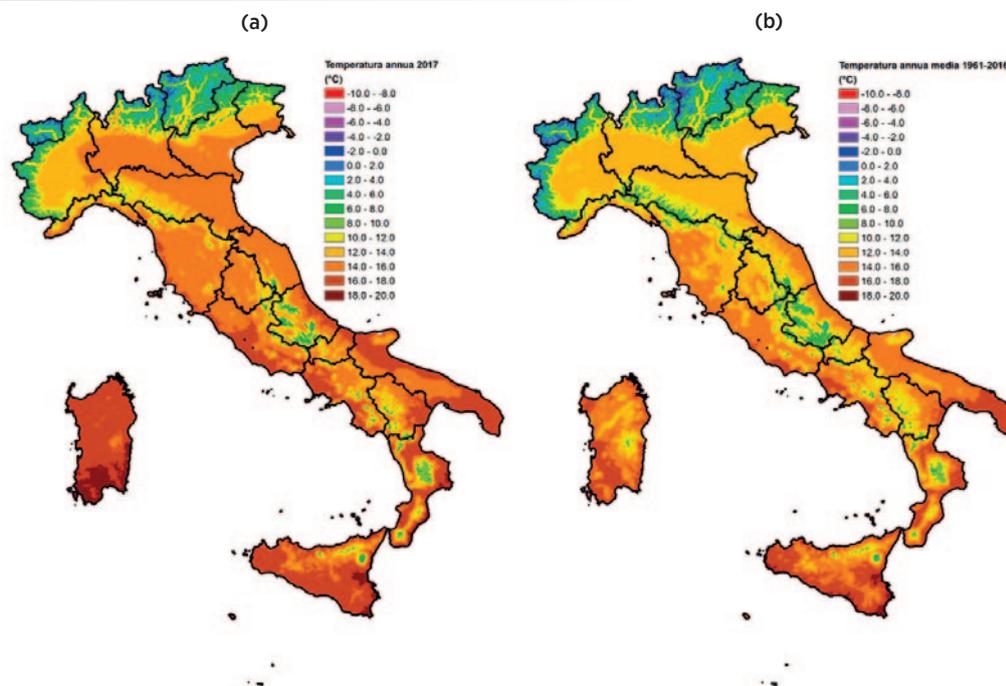


Figura 2.14: Anomalia (in °C) della temperatura annua nel 2017 rispetto alla temperatura annua media 1961 - 2016 calcolata sulla base dei grigliati elaborati dal sistema SCIA. Fonte: Elaborazione ISPRA.

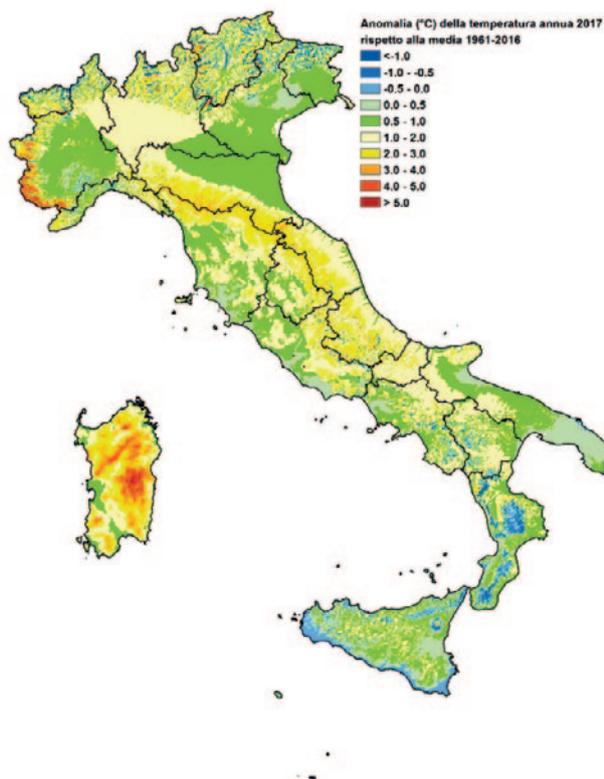


Tabella 2.7: Anomalia (in °C) della temperatura mensile e annua rispetto alle corrispondenti medie 1961 – 2016 con riferimento al territorio delle regioni e all'Italia, calcolata sulla base dei grigliati elaborati dal sistema SCIA. Fonte: Elaborazione ISPRA.

Regione	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Abruzzo	-1,8	3,2	3,3	1,8	1,9	4,1	2,8	4,7	-0,4	1,2	0,2	-0,2	1,7
Basilicata	-2,7	2,4	2,3	0,7	1,2	3,4	2,5	3,5	-0,3	-0,1	-0,5	-0,8	1,0
Calabria	-2,7	1,8	1,7	0,7	1,0	2,6	1,7	2,5	-0,4	-0,4	-0,7	-0,9	0,6
Campania	-2,0	2,7	2,3	1,0	1,4	2,9	1,8	3,0	-0,6	0,1	-0,1	-0,5	1,0
Emilia-Romagna	-1,0	2,3	3,3	1,7	1,3	3,2	1,7	3,1	-0,9	1,2	0,2	0,6	1,4
Friuli Venezia Giulia	-1,5	2,2	3,0	0,7	0,9	2,1	0,3	1,7	-2,0	0,6	0,0	0,1	0,7
Lazio	-1,4	2,8	2,6	1,2	1,6	3,1	1,8	3,4	-1,0	0,5	-0,3	-0,6	1,1
Liguria	-0,9	2,2	3,3	1,5	1,2	2,6	1,1	2,5	-0,8	1,7	0,2	-0,6	1,2
Lombardia	-0,9	2,3	3,4	1,7	1,6	3,3	1,3	2,4	-1,1	1,5	0,1	-0,3	1,3
Marche	-1,7	3,1	3,4	1,9	1,6	4,0	2,7	4,1	-0,2	1,3	0,9	0,9	1,8
Molise	-1,8	3,2	3,1	1,5	1,8	3,9	2,7	4,3	-0,2	0,9	0,2	-0,1	1,6
Piemonte	-1,1	1,9	3,5	1,7	1,4	3,4	1,4	2,3	-0,7	2,0	0,0	-1,2	1,2
Puglia	-2,4	2,3	2,1	0,4	0,8	2,9	1,9	2,5	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	0,8
Sardegna	0,6	4,0	3,3	2,42,7	3,8	2,3	3,6	0,6	2,3	1,0	1,2	2,3	
Sicilia	-2,3	1,2	1,3	0,7	1,6	2,5	1,6	2,6	-0,5	-0,6	-1,0	-1,7	0,5
Toscana	-1,4	2,7	3,2	1,6	1,5	3,2	1,9	3,3	-0,8	1,0	-0,1	-0,2	1,3
Trentino Alto Adige	-1,3	2,8	3,9	1,1	1,6	3,1	1,0	2,0	-1,7	1,8	-0,2	-0,5	1,1
Umbria	-1,9	2,8	3,3	1,7	1,7	3,8	2,5	4,1	-0,7	0,7	0,0	-0,2	1,5
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	-1,4	2,8	4,0	1,4	1,1	4,2	0,7	1,3	-1,3	2,8	-0,1	-1,1	1,2
Veneto	-1,4	2,0	3,0	1,1	1,1	2,6	0,8	2,1	-1,5	0,6	-0,1	-0,3	0,8
Italia	-1,5	2,5	2,9	1,3	1,5	3,2	1,7	2,9	-0,7	0,9	-0,1	-0,3	1,2

Tabella 2.8: Anomalia (in °C) della temperatura mensile e annua rispetto alle corrispondenti medie 1961 – 2016 con riferimento al territorio dei distretti idrografici e all'Italia, calcolata sulla base dei grigliati elaborati dal sistema SCIA. Fonte: Elaborazione ISPRA.

Distretto idrografico	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Alpi Orientali	-1,5	2,4	3,3	1,0	1,2	2,7	0,8	2,0	-1,7	1,1	-0,1	-0,3	0,9
Appennino Centrale	-1,7	2,9	3,0	1,6	1,7	3,7	2,3	3,9	-0,7	0,9	0,1	-0,1	1,5
Appennino Meridionale	-2,3	2,4	2,2	0,8	1,2	3,0	2,0	3,0	-0,4	0,0	-0,4	-0,6	0,9
Appennino Settentrionale	-1,3	2,6	3,1	1,5	1,4	3,0	1,7	3,0	-0,8	1,0	0,0	-0,2	1,3
Fiume Po	-1,1	2,2	3,5	1,7	1,4	3,3	1,4	2,6	-1,0	1,6	0,1	-0,4	1,3
Sardegna	0,6	4,0	3,3	2,4	2,7	3,8	2,3	3,6	0,6	2,3	1,0	1,2	2,3
Sicilia	-2,3	1,2	1,3	0,7	1,6	2,5	1,6	2,6	-0,5	-0,6	-1,0	-1,7	0,5
Italia	-1,5	2,5	2,9	1,3	1,5	3,2	1,7	2,9	-0,7	0,9	-0,1	-0,3	1,2

3

## 3. LA GOVERNANCE DELLE RISORSE IDRICHE IN ITALIA

### 3.1 Gli aspetti normativi e istituzionali della gestione delle risorse idriche

#### 3.1.1 Il quadro normativo

La norma di riferimento in materia di tutela, gestione delle acque e difesa dalle acque è la DQA, a cui si aggiungono le direttive figlie (e.g., la Direttiva 2006/118/CE, c.d. Direttiva Acque sotterranee) e la Direttiva 2007/60/CE, c.d. Direttiva Alluvioni.

La DQA costituisce una vera e propria pietra miliare per le politiche di gestione della risorsa idrica a livello europeo; al suo centro, vi è l'idea di affrontare e trattare il governo della risorsa idrica in una prospettiva olistica e sintetica, mirata al superamento della storica tripartizione che ha caratterizzato da sempre questo settore (da un lato la tutela delle acque; dall'altro la difesa dalle acque e quindi dalle alluvioni; in ultimo, la gestione delle risorse idriche), al fine di ricondurlo a un'unica cornice normativa e pianificatoria. In buona sostanza, la Direttiva prescrive: che la gestione della risorsa deve essere svolta alla scala del bacino/distretto idrografico (inteso come raggruppamento di più bacini); che essa deve far capo a un soggetto unico competente (che nel D.lgs. 152/2006 viene individuato nelle Autorità di bacino distrettuali, formalmente costituite ai sensi dell'art. 51 della legge 28 Dicembre 2015, n. 221); che essa deve attuarsi attraverso dei piani specifici, i PDG, i quali, assieme ai Piani di gestione del rischio di alluvioni, di cui alla Direttiva 2007/60/CE, divengono i *masterplan* di riferimento per l'intero settore delle acque.

La DQA persegue obiettivi ambiziosi, sia sotto il profilo ambientale che sotto quello più prettamente economico e sociale: mira, infatti, a prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo e a migliorare lo stato delle acque, assicurando un utilizzo sostenibile, basato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili, a riconoscere a tutti i servizi idrici il giusto prezzo che tenga conto del loro costo economico reale, attraverso l'applicazione del principio del *Full Cost Recovery*, a rendere informati e partecipi tutti i cittadini, sin dalle fasi preliminari di predisposizione dei Piani e nelle successive fasi di aggiornamento, in merito alle scelte compiute in materia.

La DQA impone anzitutto agli Stati Membri di attuare misure per il raggiungimento del buono stato e per impedire l'eventuale deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici. Il programma delle misure, che deve essere riportato nei PDG dei bacini idrografici, tiene conto delle caratteristiche del distretto idrografico, dell'esame dell'impatto delle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee, nonché dell'analisi economica dell'utilizzo idrico. Gli Stati Membri sono quindi chiamati a individuare in modo trasparente e partecipato una gamma di azioni efficaci ed efficienti, anche in termini di costi.

In Italia, il processo di applicazione della DQA ha trovato un terreno in qualche maniera già reso fertile dal Testo Unico - T.U. delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici (Regio Decreto 11 Dicembre 1933, n. 1775) e dal Regolamento per le derivazioni e utilizzazioni di acque pubbliche (Regio Decreto 14 Agosto 1920, n. 1285), quest'ultimo oggi superato dai vari regolamenti regionali adottati a valle del trasferimento di funzioni di governo del territorio dallo Stato alle Regioni disposto dal D.lgs. 112/98, che ha riguardato anche le concessioni di derivazione d'acqua.

Alcuni principi odiernamente imposti dalla DQA si trovano infatti già declinati all'interno del T.U.

del 1933, e andrebbero pertanto riletti e interpretati alla luce della direttiva europea. Si pensi ad esempio agli obblighi secondo cui le relazioni a corredo della domanda di concessione devono dare [*“ampia e logica motivazione delle direttive generali dell'utilizzazione progettata, anche nei riguardi finanziari ed economici – sociali...”*] e [*“dimostrare che questa (l'utilizzazione, n.d.r.) risponde ad un piano razionale di utilizzazione del corso d'acqua e del relativo bacino imbrifero...”*] (T.U., art.1). È del tutto evidente la presenza, in tali disposizioni, di un principio di utilizzazione razionale del corso d'acqua, anche se, com'è ovvio, l'evoluzione normativa e la sensibilità ambientale danno oggi a questi termini un'accezione più ampia e complessa di quella impressa dal legislatore nel 1933, quando le condizioni economiche, sociali e ambientali della nazione erano nettamente differenti e rispondevano a una logica di sviluppo e industrializzazione piuttosto che a un indirizzo di cautela verso una risorsa, quella idrica, che veniva considerata tutto sommato inesauribile.

Nel corso degli anni, accanto al crescere della consapevolezza riguardo la necessità di tutelare il bene acqua e, conseguentemente, di approntare politiche ambientali più incisive, è emersa però anche l'evidenza di una maggiore conflittualità tra gli usi, e tra gli usi e le esigenze di tutela ambientale. La necessità di verificare la compatibilità fra gli utilizzi rivali delle risorse idriche è sempre stata alla base del processo istruttorio delle domande di utilizzazione delle acque pubbliche. Tuttavia, mentre nella sua impostazione originaria il dipanarsi di questa conflittualità era l'esito di un mero confronto tra gli interessi privati coinvolti, da attuarsi all'interno del processo di autorizzazione alla derivazione, oggi il provvedimento concessorio, con il quale la conflittualità è sciolta nell'approvazione di una specifica scelta d'uso, si configura come un atto amministrativo di carattere pianificatorio, che la pubblica amministrazione – P.A. ha il dovere di porre in essere definendo, accertando e valutando, oltre che gli interessi privati in gioco, anche gli interessi pubblici prevalenti, rappresentati in primis dalla tutela dell'ambiente.

Negli ultimi decenni, il costante incremento del consumo della risorsa, da un lato, e l'accresciuta attenzione verso la tutela ambientale dall'altra, hanno portato il legislatore a integrare e migliorare la nozione di utilizzo dell'acqua, riconoscendo che, oltre agli usi antropici, vi sono quelli da destinare alla conservazione dell'ambiente e degli ecosistemi. I corpi idrici sono divenuti così essi stessi portatori di istanze d'uso, che vanno considerate e adeguatamente rappresentate, prima in sede di pianificazione, poi in sede di concessione, tenendo conto delle loro caratteristiche idrografiche, geomorfologiche, geologiche, pedologiche, ecologiche e del valore socio – economico connesso a ognuno dei possibili utilizzi.

Da questa evoluzione legislativa è emersa, a ruota, la necessità, per la P.A., di dotarsi di nuovi strumenti concettuali e metodologici, atti a definire preventivamente le disponibilità e i fabbisogni per assicurare il bilanciamento fra offerta e domanda, il valore economico della risorsa idrica e gli impatti dei vari usi sull'ambiente e sull'economia. Al paragrafo 3 si darà evidenza di alcuni di questi strumenti, predisposti negli ultimi anni dal MATTM con la collaborazione delle Autorità di bacino, delle Regioni e degli Enti di ricerca. Appare comunque opportuno fin d'ora porre in evidenza l'importanza dello strumento relativo all'analisi economica.

Il rinnovato approccio alla gestione della risorsa idrica prevede infatti che gli indicatori economici rientrino in un processo di valutazione integrato, finalizzato a supportare il processo decisionale sia con riferimento alle misure infrastrutturali che, soprattutto, a quelle finalizzate alla razionalizzazione dei prelievi e alla riduzione dei carichi inquinanti, al fine di giungere a un disegno coerente e sostenibile di soluzioni operative.

Bisogna, cioè, trovare la giusta sinergia e combinazione tra le possibili soluzioni (misure) che diano il massimo beneficio alla collettività al minor prezzo possibile. Infatti, la sostenibilità rappresenta un equilibrio tra la necessità di non lasciare insoddisfatta la domanda di acqua con quella di non incoraggiare modelli insediativi e produttivi eccessivamente idroesigenti, depau-

perativi e/o fortemente impattanti o che richiedano costi eccessivi per l'approntamento dei relativi servizi e degli interventi di tutela e/o ripristino e mantenimento.

Al fine di verificare se l'allocazione della risorsa sia la migliore possibile e accertare la messa in atto delle specifiche modalità di utilizzazione, l'Autorità concedente dovrebbe valutare, mediante un adeguato sistema di controllo, a monte l'efficienza e l'efficacia dell'utilizzazione scelta rispetto all'investimento alternativo della risorsa e verificherà a valle, attraverso il connesso sistema di controllo/ monitoraggio di "gestione dell'uso", come le risorse siano effettivamente utilizzate e se gli obiettivi (definiti ex ante) siano conseguiti (ex post).

Su questa materia è intervenuto il Decreto Ministeriale n. 39 del 24 Febbraio 2015, recante il *Regolamento recante criteri per la definizione del costo ambientale e del costo della risorsa per i vari settori d'impiego dell'acqua*, che ha dato risposta, tra l'altro, all'esigenza di dare attuazione all'art. 9 della Direttiva 2000/60 CE e agli artt.119 e 154 del d.lgs.152/2006, fornendo ai decisori istituzionali una metodologia nazionale omogenea di determinazione dei costi ambientali e della risorsa. A integrazione del D.M. 39/2015 e in continuità e coerenza con questo decreto, è stato emanato il decreto direttoriale D.D. 574/STA del 06/12/2018, con cui è stato adottato il manuale di analisi economica. Si tratta di strumento tecnico e metodologico, con il quale viene data indicazione dei contenuti minimi e omogenei di informazioni necessarie per approntare una coerente e compiuta analisi economica che:

- consideri tutti gli utilizzi della risorsa idrica e tutte le attività produttive e non che generano un impatto sulla risorsa idrica al fine di individuarne le pressioni, le caratteristiche socio economiche e il contributo che possono fornire alla copertura dei costi delle misure per il conseguimento degli obiettivi ambientali;
- tenga conto contemporaneamente delle implicazioni sociali, ambientali ed economico finanziarie delle scelte del PDG.

Nel Manuale sono definite le fasi in cui l'analisi economica si deve articolare, sono descritti i criteri con i quali devono essere individuati gli utilizzi da analizzare e le modalità di analisi. Sono indicati i dati che devono essere utilizzati per le valutazioni da effettuare nelle singole fasi dell'analisi economica e, per ogni informazione, il soggetto istituzionale responsabile della detenzione del dato. Il manuale è stato redatto attraverso uno specifico gruppo di lavoro che ha visto il confronto e la collaborazione dei soggetti che esercitano competenze nei singoli settori d'impiego della risorsa o che detengono dati e informazioni fondamentali ai fini dell'analisi come il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari, Forestali e del Turismo – MIPAAFT, il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – CREA, l'Istituto nazionale di statistica – Istat, l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente – ARERA.

### 3.1.2 Il quadro istituzionale

Come anticipato nel precedente sotto-paragrafo, una delle istanze cardine promosse dalla DQA è l'unitarietà della *governance* delle risorse idriche. Da questo punto di vista, gli ultimi 3 anni hanno rappresentato per il nostro Paese un vero e proprio punto di svolta, con l'istituzione delle Autorità di bacino distrettuali.

La legge 28 Dicembre 2015, n. 221 (c.d. Collegato Ambientale), recante *Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali*, in vigore dal 2 Febbraio 2016, aveva infatti dettato, all'art. 51, nuove norme in materia di Autorità di bacino, sostituendo integralmente gli articoli 63 e 64 del D.lgs. 152/2006. Ve-

nivano con ciò poste le basi per una riforma che, oltre a riallineare l'Italia con quanto da tempo richiesto dall'Europa in merito alla coerenza con i principi della DQA e delle direttive successive in materia (tra cui la Direttiva sulla gestione del rischio di alluvioni 2007/60/CE) si è posta obiettivi ambiziosi che riguardano essenzialmente:

- la riduzione del numero di enti (da 8 Autorità di bacino nazionali e 30 Autorità di bacino inter-regionali e regionali a 7 Autorità distrettuali – ADD, di cui 2 insulari: Po, Alpi Orientali, Appennino Settentrionale, Appennino Centrale, Appennino Meridionale, Sicilia e Sardegna; v. **Fig. 3.1**);
- la razionalizzazione delle competenze (un solo ente – l'Autorità di bacino distrettuale – che predispone, nell'esercizio delle proprie funzioni di pianificazione e programmazione, il Piano di gestione e il relativo programma di misure);
- la semplificazione della filiera decisionale, con un rinnovato ruolo di indirizzo, coordinamento e controllo da parte del Ministero dell'ambiente, una nuova attribuzione delle funzioni pianificatorie alle Autorità di bacino distrettuali, una nuova configurazione dei compiti di attuazione dei Piani di gestione alla scala sub distrettuale e territoriale (regionale) in capo alle singole Regioni.

Figura 3.1: I confini amministrativi dei distretti idrografici italiani, così come individuati dalle Legge 28 Dicembre 2015, n. 221.



La riforma risultava essenzialmente articolata in due fasi successive:

- con uno specifico D.M. (art. 63, comma 3, del D.lgs. 152/2006), si sarebbero dovute fissare le regole e i criteri per l'attribuzione e il trasferimento del personale, delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e delle risorse finanziarie alle nuove Autorità.
- con singoli D.P.C.M. (art. 63, comma 4, del D.lgs. 152/2006), si sarebbe dato avvio operativo alle nuove ADD, perfezionando i trasferimenti di personale, di risorse strumentali e finanziarie, sulla base dei criteri e delle regole stabiliti nel D.M. suddetto.

Il MATTM, in attuazione della prima fase del processo, ha provveduto all'emanazione del D.M. 294 del 25 ottobre 2016, entrato in vigore il 17 febbraio 2017. In attuazione della seconda fase, sono stati predisposti, approvati e pubblicati in Gazzetta Ufficiale (13 giugno 2018) i D.P.C.M. di organizzazione delle nuove Autorità, con ciò portando a termine le operazioni di messa a regime del nuovo assetto istituzionale.

## **3.2 Il quadro pianificatorio e il ruolo degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici**

### **3.2.1 La pianificazione distrettuale**

Un altro *topic* fondamentale della DQA è la creazione di un unico strumento di pianificazione strategica sulle acque, il PDG. Nel marzo 2016 sono stati approvati dai Comitati Istituzionali delle Autorità di bacino i PDG e i Piani di gestione del rischio di alluvioni del secondo ciclo; il successivo 27 ottobre 2017 tali piani sono stati definitivamente approvati in Consiglio dei Ministri, per essere poi pubblicati in Gazzetta Ufficiale, tra la fine di gennaio e l'inizio di febbraio 2017. Si tratta di strumenti che rappresentano da una parte il punto di arrivo di un articolato processo pianificatorio, dall'altra un nuovo punto di partenza e una nuova sfida, perché, con la loro approvazione, l'Amministrazione pubblica si è assunta la precisa responsabilità di garantire la piena e definitiva coerenza della propria azione rispetto a quanto previsto dalle direttive europee sul raggiungimento degli obiettivi di qualità per tutti i corpi idrici nazionali, evitando, tra l'altro, l'instaurarsi di possibili contenziosi a livello comunitario. A partire da marzo di quest'anno le Autorità di distretto hanno dato avvio al terzo ciclo di pianificazione 2021 – 2027.

### **3.2.2 Gli Osservatori distrettuali permanenti per gli utilizzi idrici e il Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori**

Uno dei problemi più rilevanti affrontati nell'ambito del secondo ciclo di pianificazione di gestione è stato quello di identificare misure atte a gestire efficacemente le situazioni di scarsità idrica e di siccità, garantendo, anche in tali condizioni, il miglior equilibrio possibile tra la disponibilità di risorsa idrica e i fabbisogni per i diversi usi, in un contesto di sostenibilità ambientale, economica e sociale e nel pieno rispetto delle finalità di raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici. A tal fine, in accordo con la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, approvata con D.M. 86 del 16 Giugno 2015, secondo la quale “solo un solido approccio partecipativo può garantire adeguate potenzialità di successo”, in tutti i piani di gestione è stata prevista

la creazione di appositi organismi tecnici collegiali, gli Osservatori distrettuali permanenti per gli utilizzi idrici, con il compito di offrire una concreta e innovativa risposta al problema della gestione sostenibile dell'acqua, attraverso la condivisione delle informazioni, la concertazione con gli attori territoriali e la programmazione strategica.

L'istituzione degli Osservatori è avvenuta in data 13 luglio 2016, in una giornata che è ormai annoverata tra quelle di particolare rilievo per le politiche ambientali italiane, tramite la formale sottoscrizione, da parte del MATTM, del DPC, del MIPAAFT, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, dell'ADD e delle Regioni competenti per territorio, di Istat, CREA, ISPRA, TERNA Rete Italia, AIPO, ANBI, UTILITALIA, A.N.E.A. e ASSOELETRICA (ora Elettricità Futura), di appositi Protocolli d'intesa inter-istituzionali.

Gli Osservatori sono strutture snelle, prettamente operative, partecipate da tutti i principali attori distrettuali, pubblici e privati; al loro interno vengono effettuati la raccolta, l'aggiornamento e la diffusione dei dati relativi alla disponibilità e all'uso della risorsa idrica e sono formulate le proposte, tecnicamente basate, per la regolamentazione dei prelievi e degli usi, in funzione degli obiettivi fissati dai PDG. Gli Osservatori operano anche da Cabina di regia per la previsione e gestione degli eventi di carenza idrica e siccità, garantendo un adeguato flusso di informazioni, necessarie per la valutazione dei livelli della criticità, della sua evoluzione, dei prelievi in atto, e per la definizione delle azioni più adeguate per la gestione proattiva degli eventi da scarsità.

Le attività degli Osservatori sono ovviamente "tarate" a seconda dei vari scenari di severità idrica, secondo un criterio di proporzionalità ed efficienza. Nelle situazioni normali, in cui i valori degli indicatori di crisi idrica (portate/livelli/volumi/accumuli) sono tali da prevedere il soddisfacimento di tutte le esigenze idriche del sistema naturale e antropico, gli Osservatori individuano e implementano le reti osservative e gli strumenti necessari al monitoraggio dei volumi prelevati dai diversi soggetti, predispongono gli indicatori e i parametri di riferimento (idrologici, idraulici, agronomici, ambientali, di siccità e relativo impatto economico) rappresentativi della situazione di disponibilità idrica e di soddisfacimento dei fabbisogni, e definiscono il modello proattivo di management delle risorse idriche.

In caso di "scenario di severità idrica bassa" o di "scenario di severità idrica media", gli Osservatori assumono invece il ruolo di Cabine di regia, valutando le misure più appropriate per la mitigazione degli impatti delle carenze idriche, sulla base degli elementi conoscitivi disponibili, e proponendo l'attuazione delle stesse misure.

Infine, in caso di "scenario di severità idrica alta", allorquando, malgrado siano già state prese tutte le misure preventive, è presente uno stato critico nel quale la risorsa idrica non risulta sufficiente a evitare danni al sistema ambientale e degli utilizzi antropici, gli Osservatori forniscono anche il supporto informativo/operativo per le decisioni di competenza delle Autorità coinvolte con il governo delle emergenze.

Gli Osservatori sono pienamente operativi già da due anni, con risultati molto soddisfacenti su ogni distretto italiano. In particolare, nel corso del 2017, l'attività degli Osservatori è stata particolarmente intensa, a motivo del lungo periodo di siccità che ha interessato la quasi totalità dei Distretti Idrografici; grazie agli osservatori, per tutto il periodo critico, è stata attivata una costante e proficua concertazione tra i soggetti deputati alla *governance* della risorsa idrica e sono state individuate le misure e i provvedimenti più idonei a fronteggiare la scarsità idrica che ha interessato i vari territori, per ciascuno degli occorsi livelli di severità idrica (**Fig. 3.2**).

Figura 3.2: Una sezione fluviale del più grande fiume italiano, il Po, durante la stagione secca del 2017.



Al fine di uniformare e contestualmente potenziare la loro azione, il MATTM, di concerto con le altre amministrazioni pubbliche e con gli enti di ricerca coinvolti, ha creato un apposito Comitato tecnico di coordinamento nazionale, con il compito di creare strumenti tecnico scientifici potenzialmente utilizzabili in ogni contesto e in ogni condizione operativa.

Le azioni di tale Comitato sono state orientate:

- alla realizzazione di un manuale operativo per gli indicatori di siccità e scarsità idrica (già pubblicato – Mariani et al., 2018 – e già in uso presso gli Osservatori – v. **Cap. 4**), nonché alla definizione di una metodologia comune a livello nazionale per l'indicatore di scarsità idrica WEI+ (indicatore richiesto nel *reporting* DQA) che permette di quantificare per un assegnato territorio e per un dato intervallo di tempo il rapporto tra il consumo effettivo della risorsa idrica e la risorsa idrica rinnovabile. Si tratta di una attività coordinata da ISPRA, che dirige un apposito gruppo di lavoro costituito in seno al Comitato;
- alla realizzazione di un sistema centralizzato di raccolta e elaborazione dei dati di uso, prelievo e restituzione su tutti i distretti, per tutti gli utilizzi. Si tratta di una attività coordinata da Istat, che dirige un apposito gruppo di lavoro costituito in seno al Comitato;
- allo sviluppo e all'implementazione territoriale di un modello tecnico operativo per la definizione dei livelli di severità idrica. Una proposta di modello è già stata elaborata dall'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale, e applicata proficuamente sul caso, per molti versi prototipico, del Lago di Massaciuccoli. Una volta sviluppato e perfezionato, il modello andrà calibrato sui vari contesti territoriali, in modo da garantire, entro l'estate 2019, la piena operatività dello strumento e sua implementabilità totale in ogni contesto territoriale;
- allo sviluppo di uno strumento tecnico di analisi economica di scenario di crisi. La base sarà costituita dall'indicatore sicc-idrometro già in uso sul fiume Po e in corso di implementazione su tutti i bacini minori dell'Emilia Romagna. Come nel caso della definizione dei livelli di severità, alla prima fase di perfezionamento scientifico dello strumento, che coinvolgerà anche gli istituti di ricerca con expertise in materia di economia ambientale, seguirà una fase di strutturazione territoriale, finalizzata a rendere disponibile e pienamente operativo lo strumento su scala di bacino e, potenzialmente, su scala del singolo corpo idrico, ove necessario;
- allo sviluppo delle competenze per la gestione della comunicazione ambientale. A tale proposito, si stanno sviluppando format e strumenti per standardizzare e rendere usufruibile a diversi

livelli le informazioni sulle situazioni di crisi, anche al fine di razionalizzare e uniformare i quadri informativi distrettuali, e prevenire situazioni di allarmismo ingiustificato e, al contrario, sottovalutazione delle problematiche.

### **3.3 Ulteriori aspetti tecnici relativi alla gestione delle risorse idriche.**

#### **3.3.1 Le norme tecniche sui deflussi ecologici e sulle valutazioni ambientali delle derivazioni**

Oltre che dall'istituzione degli Osservatori, il settore della gestione delle risorse idriche è stato interessato negli anni scorsi da altre profonde innovazioni, alcune delle quali, pur di carattere tecnico, hanno contribuito a cambiare irreversibilmente, in positivo, il quadro della tutela ambientale in Italia. Una delle più rilevanti è stata l'emanazione, nel febbraio 2017, da parte del MATTM, di due importanti linee guida, i Decreti Direttoriali STA 29/2017 e STA 30/2017, con i quali sono stati fissati, per la prima volta a livello nazionale, criteri omogenei e scientificamente avanzati per determinare i deflussi ecologici necessari al mantenimento del buono stato di qualità dei corsi d'acqua, e per effettuare la valutazione ambientale ex ante delle richieste di derivazione d'acqua.

Nello specifico, con il decreto STA 29/2017 è stata estesa, su tutti i bacini idrografici italiani, la metodologia di valutazione denominata ERA (Esclusione, Repulsione, Attrazione), già in uso nei distretti idrografici dell'Appennino Settentrionale e del fiume Po. Tale metodologia si basa sul concetto di rischio ambientale generato da una derivazione sul corpo idrico/sui corpi idrici interessati, dove per rischio, similmente a quanto succede nel caso di rischio idrogeologico, si intende il valore convenzionale risultante dal prodotto della Intensità, o magnitudo, dell'impatto che la derivazione è in grado di produrre sulle diverse componenti ambientali del corpo idrico/dei corpi idrici in esame e del Valore Ambientale di quest'ultimo/i.

La metodologia ERA, che nel decreto è stata ulteriormente affinata, anche al fine di renderla compatibile con altre metodologie di valutazione ambientale, approvate in alcuni Piani di gestione distrettuali del II ciclo (si fa riferimento, in particolare, ai Piani del Distretto delle Alpi Orientali e del Distretto dell'Appennino centrale), prevede una accurata valutazione dell'impatto della derivazione sui singoli elementi di qualità caratterizzanti lo stato (e l'obiettivo) di qualità presente nel corpo idrico esaminato, al fine di valutarne l'eventuale scadimento di classe, attraverso una prima fase di screening (che viene attuata attraverso la definizione di alcuni valori soglia di pressione idrologica e idromorfologica, in corrispondenza dei quali l'ufficio istruttore è già in grado di individuare le derivazioni a impatto elevato, che saranno in via precauzionale escluse dal proseguo di istruttoria, e quelle a impatto non significativo), e una seconda fase di dettaglio, in cui tutti gli elementi di qualità (idrologici, idromorfologici, biologici, chimici) sono analizzati, determinandone l'eventuale scadimento.

Per la prima volta in maniera armonica a livello nazionale, i criteri di valutazione ambientale delle derivazioni risultano adeguati agli obiettivi fissati dalla DQA e alle più recenti indicazioni europee, quali ad esempio quelle contenute nella già citata Sentenza della Corte di Giustizia dell'Unione Europea (Grande Sezione) del 1° luglio 2015.

Con il decreto STA 30/2017, l'Italia si è dotata invece di uno strumento tecnico per determinare il deflusso ecologico/deflusso vitale da mantenere sui corsi d'acqua, superando i limiti delle meto-

dologie di calcolo applicate per il deflusso minimo vitale – DMV, e cioè il mancato riconoscimento della dipendenza del DMV dal regime idrologico naturale e dalla dinamica morfologica del corso d'acqua, l'assenza di evidenti e robuste correlazioni tra i valori del DMV e lo stato dei corpi idrici e la presenza di una significativa diversità delle formule di calcolo, tali da comportare valori territoriali di DMV sensibilmente disomogenei, anche all'interno di uno stesso distretto idrografico). Al fine di assicurare l'immediata implementazione delle due linee guida in tutte le realtà distrettuali e regionali, il Ministero ha immediatamente costituito due Tavoli Tecnici Nazionali, cui hanno partecipato, oltre che dirigenti ed esperti del MATTM, anche qualificati esperti delle Autorità di bacino, delle Regioni, dell'ISPRA e di tutti i più importanti istituti scientifici nazionali che si occupano di problematiche ambientali.

Nel corso della prima riunione di tali Tavoli Tecnici, avvenuta il 18 maggio 2017, veniva fissato uno stringente cronoprogramma delle attività da porre in essere per garantire la tempestiva operatività, su tutto il territorio nazionale, delle nuove linee guida. In particolare, le Autorità di bacino, assieme alle regioni dei loro distretti, si impegnavano a garantire, entro settembre 2017, il completamento delle attività di approfondimento scientifico e sito-specifico per la definizione dei deflussi ecologici e dei valori di riferimento delle soglie di pressione e di impatto da utilizzare nell'ambito delle procedure di valutazione ambientale, addivenendo, ognuna per il proprio bacino di riferimento, a una proposta di metodologia (univoca, uniforme e condivisa a livello distrettuale), ove potessero trovare rigorosa applicazione i criteri fissati a livello ministeriale, sia per quanto concerne i deflussi ecologici sia per quanto riguarda le valutazioni ambientali delle derivazioni.

### 3.3.2 L'applicazione a livello distrettuale dei decreti direttoriali sui deflussi ecologici e sulle valutazioni ambientali ex ante

Le proposte distrettuali applicative dei Decreti 29/STA e 30/STA del 2017 sono state approvate il 14 Dicembre 2017, con appositi atti deliberativi delle Conferenze istituzionali Permanenti – CIP delle nuove Autorità di bacino.

Le delibere sui deflussi ecologici hanno reso vigenti sui distretti italiani metodi di calcolo dei deflussi ecologici più sofisticati e più cautelativi rispetto a quelli attualmente adottati per i deflussi minimi vitali. Tali metodi sono congegnati in maniera tale da:

- promuovere l'evoluzione da un unico valore/soglia di DMV a un insieme di valori temporalmente distribuiti, secondo il principio del "paradigma delle portate naturali", per cui il mantenimento di un regime, simile a quello naturale, in un dato corso d'acqua, favorisce il mantenimento degli habitat e delle specie autoctone in esso presenti;
- utilizzare adeguatamente gli indicatori biologici o eco-idraulici che risultino efficaci al fine di registrare gli impatti di alterazioni idrologiche e idromorfologiche sui corpi idrici;
- rendere esplicito, ove possibile, il livello di confidenza atteso per i valori di DMV calcolati con i nuovi metodi, in modo da aggiungere informazioni sull'incertezza associata al processo di determinazione.

I presupposti teorico scientifici dei nuovi algoritmi di calcolo si ritrovano nella letteratura internazionale, nella quale si distinguono tre grandi famiglie metodologiche di approccio ai deflussi ecologici, i metodi idrologici, metodi idraulico-habitat e metodi olistici.

I metodi idrologici si basano sulla definizione del regime di deflusso naturale come variabile chiave nella struttura e funzionamento degli ecosistemi fluviali e si basano su approcci che prevedono l'analisi di parametri che descrivono il regime delle portate e, attraverso opportune re-

lazioni, permettono il confronto con indici che esprimono la possibilità di mantenimento delle funzioni ecologiche.

I metodi idraulico-habitat si basano sul principio che le comunità biotiche si mantengono grazie alla disponibilità spazio-temporale degli habitat fruibili. Questa tipologia di approcci tiene conto di rappresentazioni complesse del sistema fiume e, per prendere in considerazione le scale temporali e per individuare i periodi di maggiore stress per l'ecosistema, internalizza analisi statistiche sulle serie storiche degli habitat.

I metodi olistici valutano i deflussi ecologici in base alla molteplicità delle componenti dell'ecosistema fluviale, tenendo conto anche delle forzanti socio-economiche relative alla gestione delle risorse idriche, a scala di bacino o territorio regionale. Un metodologia di tipo olistico generalmente utilizzata è quella denominata *Ecological Limits of Hydrologic Alteration* - ELOHA (Limiti Ecologici dell'Alterazione Idrologica); essa soddisfa le esigenze di gestione delle risorse idriche e definizione dei deflussi ambientali a scala statale, regionale o di bacino, quantificando il regime di rilasci da opere di presa in termini di livelli accettabili di cambiamento dal regime idrologico naturale, coinvolgendo nella stima la quantificazione della risposta ecologica delle comunità presenti.

Nell'approccio nazionale per la determinazione del DMV/DE, coerentemente con le indicazioni comunitarie e nazionali, ogni Autorità di distretto ha avuto la possibilità di scegliere il proprio metodo di calcolo del deflusso ecologico, sulla base di valutazioni tecniche specifiche, come la presenza di peculiarità fisiche ed ecosistemiche, la disponibilità dei dati idrologici, morfologici e biologici, e dalla loro consistenza (pochi dati di elevata qualità; dati abbondanti di media qualità; dati numerosi ma disomogenei), la presenza di specie target o di particolare rilievo economico, come pure la necessità di tutelare valori ambientali la cui tutela è esplicito oggetto di altre normative (come la Direttiva Habitat), oppure la funzionalità ecosistemica.

In accordo con i più avanzati esiti scientifici internazionali, i metodi scelti dalle Autorità e formalizzati nelle delibere fanno riferimento alle seguenti categorie:

- Metodi idrologici, fondati sull'assunto che la conservazione di un livello "soddisfacente" di naturalità del regime idrologico (in termini quantitativi e di distribuzione temporale) costituisce il presupposto per la conservazione di livelli sostenibili di qualità ambientale nell'ecosistema fluviale nel suo complesso;
- Metodi su base biologica, ossia *Ecological Status-Oriented*, fondati sulla possibilità di collegare modellisticamente le metriche biologiche degli elementi di qualità DQA alle variabili idrologiche;
- Metodi idraulico/habitat, basati sulla stima della disponibilità di habitat, in grado di stimare sia la variazione spaziale, sia temporale degli habitat fluviali, qualora le specie/comunità target siano efficacemente individuabili.

Le delibere CIP sui deflussi ecologici non si sono limitate ovviamente a individuare gli algoritmi di calcolo dei nuovi deflussi ecologici, ma hanno tracciato un percorso preciso, anche in senso temporale, per la sistematica applicazione dei nuovi valori di deflusso a tutti i corpi idrici distrettuali e a tutte le derivazioni, sia quelle in essere, sia quelle in rinnovo, sia quelle di nuova formulazione. In particolare, le delibere:

- hanno assegnato alle Regioni e alle Province Autonome, di concerto con l'Autorità di distretto, 6 mesi di tempo per verificare la coerenza delle metodologie di calcolo di deflussi minimi vitali già applicate sui territori di competenza e per aggiornare i propri strumenti di pianificazione, facendo comunque salve, in un'ottica di tutela ambientale avanzata, tutte le disposizioni contenenti criteri di determinazione dei deflussi minimi vitali egualmente o maggiormente cautelativi rispetto a quelli introdotti con le delibere stesse;
- hanno previsto la possibilità, entro lo stesso termine di 6 mesi, di individuare speciali corpi

idrici su cui condurre una sperimentazione tecnico-scientifica di maggiore dettaglio per la determinazione dei deflussi ecologici, con metodi ancora più sofisticati rispetto a quelli di base individuati dalle delibere; questo è molto importante, perché la DQA chiede di procedere con metodi scientificamente basati alla definizione del potenziale ecologico per i corpi idrici fortemente modificati e del conseguente regime di rilascio d'acqua, nonché all'individuazione dei corpi idrici ai quali assegnare obiettivi ambientali meno rigorosi;

- hanno previsto la possibilità di accompagnare l'applicazione dei deflussi ecologici ad appositi monitoraggi post operam, eventualmente integrati con campagne di misura suppletive, in modo da perfezionare in continuo la metodologia di calcolo del deflusso ecologico.
- hanno disposto che, dal 1 Luglio 2018, tutte le nuove istanze di concessione di derivazione e le istanze di rinnovo di concessione di derivazione fossero assoggettate ai nuovi obblighi di rilascio dei deflussi ecologici, così come determinati in applicazione delle delibere stesse; ove le istanze si riferiscono a corpi idrici sui quali è stata riconosciuta la necessità di provvedere alle attività di sperimentazione sito specifica di cui al punto 2, le delibere hanno previsto che dette attività si intendano a carico del richiedente e che gli obblighi di rilascio siano fissati, a far data dalla chiusura dell'attività di sperimentazione, in coerenza con le risultanze di tali attività;
- hanno disposto il completo adeguamento delle concessioni di derivazione in atto (non in fase di rinnovo) alla nuova disciplina sui deflussi ecologici a far data dall'avvio di vigenza del II aggiornamento del Piano di gestione distrettuale, secondo il calendario fissato nel medesimo Piano.

Per quanto riguarda le delibere CIP relative all'implementazione del Decreto 29/STA del 2017, anche qui è stato previsto un percorso attuativo graduale, nell'ambito del quale le nuove derivazioni e i rinnovi di concessioni già esistenti sono, dal 1 Luglio 2018, soggetti alle nuove procedure di valutazione preventiva, onde consentire che le Regioni, di concerto con l'Autorità di bacino distrettuale, possano verificare la coerenza delle metodologie per la valutazione ambientale ex ante delle derivazioni applicate sui territori di competenza rispetto a quella introdotta con la presente Direttiva e la disponibilità delle informazioni necessarie ad applicare la presente Direttiva, avviando l'acquisizione sistematica delle stesse informazioni, ove queste risultino assenti o incomplete, e definendo, nei bacini ove le informazioni di base non siano ancora completamente disponibili, specifici indicatori di impatto, al fine di garantire anche su tali bacini la corretta applicazione del decreto.

### 3.3.3 Analisi economica in caso di scarsità idrica

L'analisi economica, come già evidenziato, costituisce uno dei principali strumenti da utilizzare per garantire che, attraverso il programma di misure del piano di gestione, la risorsa idrica abbia e mantenga nel tempo le caratteristiche quali quantitative indispensabili per soddisfare le esigenze attuali e future di approvvigionamento idrico dei diversi utilizzatori, e di salvaguardia dell'ambiente. Il Manuale Metodologico e Operativo per l'analisi economica (Decreto Direttoriale n. 574/STA del 6 Dicembre 2018), che descrive i principi dell'analisi economica, le fasi per la sua realizzazione, i servizi e gli usi da ricomprendere nella stessa, le modalità di individuazione delle misure da mettere in atto per il miglioramento della qualità dei corpi idrici, l'analisi costo efficacia, la valutazione della sostenibilità economica, gli strumenti finanziari per la copertura e l'internalizzazione dei costi, costituisce uno dei principali nuovi strumenti di supporto a disposizione delle ADD per la redazione del prossimo ciclo di pianificazione e per innalzare il livello complessivo della *governance* della risorsa idrica.

Come anticipato al cap. 1, la DQA afferma la necessità di integrare le politiche ambientali sulle acque con una approfondita analisi economica, ritenendo tale analisi uno degli strumenti fondamentali per agevolare un utilizzo idrico sostenibile. La Direttiva stabilisce infatti che [*“Gli Stati membri tengono conto del principio del recupero dei costi dei servizi idrici, compresi i costi ambientali e relativi alle risorse, prendendo in considerazione l’analisi economica effettuata in base all’allegato III e, in particolare, secondo il principio: «chi inquina paga»*].

In particolare, l’art. 9 della Direttiva afferma che gli [*“Stati membri provvedono ... a:*

- *che le politiche dei prezzi dell’acqua incentivino adeguatamente gli utenti a usare le risorse idriche in modo efficiente e contribuiscano in tal modo agli obiettivi ambientali della presente Direttiva;*
- *un adeguato contributo al recupero dei costi dei servizi idrici a carico dei vari settori di impiego dell’acqua, suddivisi almeno in industria, famiglie e agricoltura, sulla base dell’analisi economica effettuata secondo l’allegato III e tenendo conto del principio «chi inquina paga»*].

L’art. 9 introduce il principio di un adeguato contributo al recupero dei costi e inquadra la struttura economica e finanziaria della gestione dei servizi idrici, considerando almeno quelli relativi alle famiglie, all’industria e all’agricoltura. L’aspirazione della Direttiva, tuttavia, è molto più ampia. Infatti, non fissa l’attenzione ai soli servizi idrici esistenti, comunque definiti e regolamentati, ma chiede che siano esaminati anche e contestualmente gli utilizzi idrici: usi e servizi, servizi impliciti o indotti dagli usi idrici più significativi in termini di pressione ambientale e di impatto. Le istanze ambientali assurgono al medesimo rango di quelle economiche e sociali e concorrono nella scelta dell’attribuzione della risorsa al miglior utilizzo che garantisca un equilibrio tra costi, ripercussioni ambientali e benefici.

La *ratio* della Direttiva mira a portare in primo piano due problemi chiave di gestione ambientale:

- il degrado qualitativo della risorsa idrica disponibile;
- la riduzione quantitativa della risorsa idrica disponibile (oltre il tasso di ricarica).

Si tratta in sostanza di additare due diverse cause per una tipologia di inefficienza economica sostanzialmente convergente. L’una e l’altra conducono alla medesima riduzione di “valore d’uso”, poiché riducono la quantità di risorsa (naturale) da cui estrarre valore. Dal punto di vista delle “strategie ambientali” (leggi: l’analisi di Determinanti/fattori, Pressioni e Impatti, la predisposizione delle Risposte/misure), la separazione identifica due linee di cause del tutto diverse, ciascuna collegata a specifici comportamenti sociali o socio-economici da correggere o da regolare con misure proprie:

- l’inquinamento della risorsa idrica;
- l’iper-sfruttamento oltre il naturale tasso di ricarica.

Il processo di attuazione della DQA, oltre a conseguire diversi e migliori standard di qualità idrica e di efficienza allocativa, produce anche una sorta di progressivo “riposizionamento” dei concetti di costo applicati:

- riduce il danno ambientale, trasformando parte dei costi ambientali (esterni) in costi finanziari;
- riduce il costo della risorsa, introducendo una ripartizione dei diritti di utilizzo (di accesso) più equilibrata e conveniente.

Riportando il ragionamento nell’ambito degli osservatori e avendo a riferimento la definizione dei costi di cui al D.M. 39/2015, in un contesto di scarsità idrica si manifestano i c.d. costi della risorsa assunti come “costo di scarsità”. Si tratta di un costo che non può essere trattato sempre in modo simmetrico ai costi finanziari o ai costi ambientali, ovvero come una componente da trasferire tout court nel prezzo dell’acqua, considerato che il costo della risorsa si genera da una

“inefficienza allocativa”, ovvero è un costo economico che può prodursi sotto condizioni di mercato inefficiente.

Piuttosto, il costo della risorsa va accertato attraverso le seguenti azioni:

- conoscenza adeguata della ripartizione amministrativa dei diritti di prelievo (concessioni) e dei consumi reali; i consumi devono essere tarati in termini di bilancio (oltre che di prelievo), prendendo in considerazione i tassi di restituzione, almeno per macro usi (fino ai cosiddetti “usi - non consumi”, come nei casi di restituzione quasi integrale dei volumi derivati).
- verifica della convenienza del rapporto tra funzioni idriche differenti (usi) e dei relativi rapporti tra queste e i rispettivi consumi, anche attraverso l’elaborazione di standard di riferimento (ad es., la dotazione idrica ottimale pro-capite per gli usi domestici).
- analisi degli squilibri più evidenti, con l’identificazione delle cause e la valutazione se tali squilibri siano addebitabili alla mappa “storica” dei diritti, ovvero anche - e in che misura - a carenze tecnologiche o inefficienze dei sistemi di distribuzione ecc. (le perdite di rete sono una componente del costo di scarsità).
- Definizione dei volumi di prelievo, in sottrazione ai livelli attuali di concessione/consumo, adattabili agli obiettivi di qualità delle acque (DMV), a costi comparativamente convenienti.

Appare pertanto chiaro che, sebbene le norme vigenti impongono chiaramente che in caso di obbligo di rilasci d’acqua, sia per garantire il deflusso ecologico o per compensare temporanee carenze idriche, il concessionario non ha diritto a alcun indennizzo, è altrettanto vero che un obbligo di maggior rilascio ha implicazioni economiche e che il sacrificio imposto deve trovare a valle una condizione di efficienza, ad esempio delle reti idriche (potabili o irrigue) e/o delle modalità di irrigazione (compatibili con le colture) ecc., che non renda vano il sacrificio a monte. In un contesto di riferimento in cui la risorsa idrica è scarsa e vi è la necessità di garantire gli usi della stessa, anche in ragione di una gerarchia degli utilizzi e nel rispetto dei diritti storici all’utilizzo stesso, è dunque necessario trovare le soluzioni più idonee che minimizzino i costi e/o i sacrifici imposti ai vari utilizzatori. A tal riguardo interviene o dovrebbe intervenire l’analisi economica.

Si tratta strategicamente di:

- disincentivare e tendenzialmente ridimensionare gli usi inefficienti;
- ridurre i consumi e approssimare un rendimento ottimale e sostenibile della risorsa.

In altre parole, accertare un costo della risorsa e “tenerne conto” (*to take account*) nella copertura del costo dei servizi significa, almeno tendenzialmente, agire in modo da comprimere quanto più possibile il costo marginale della risorsa entro margini “frizionali”, risolvendo e superando progressivamente le inefficienze strutturali del sistema dei diritti d’uso (concessioni). Il prezzo ha un ruolo efficace solo se riesce a riposizionare efficientemente la domanda.

4

## 4. IL MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI DI SICCIÀ E SCARSITÀ E IL PREANNUNCIO DELLE CRISI IDRICHE

### 4.1 Introduzione

Come specificato nel **Capitolo 1**, la scarsità idrica può essere definita come la condizione, circoscritta nello spazio e nel tempo, caratterizzata da un'insufficienza della disponibilità di risorse idriche rispetto ai fabbisogni a esse connessi.

Nel presente capitolo tratteremo sistemi di allerta precoce di condizioni di carenza idrica determinate da condizioni di siccità meteorologica e conseguente siccità idrologica e idrogeologica (per le relative definizioni si faccia riferimento al **§ 1.1**), escludendo quindi alcuni dei fattori menzionati in precedenza.

Con il termine pressione sul corpo idrico faremo riferimento ai volumi idrici, eventualmente variabili nel tempo, che è necessario captare e distribuire affinché i fabbisogni idrici siano interamente soddisfatti. In tale termine includiamo dunque anche i volumi captati e non distribuiti per problemi di carattere infrastrutturale (e.g., perdite di rete).

In **Figura 4.1** è presentato lo schema concettuale di riferimento adottato nel presente capitolo.

Figura 4.1: Schema concettuale di riferimento per lo sviluppo di sistemi di preannuncio di condizioni di carenza idrica.



Da un punto di vista generale, il rischio rappresenta una valutazione probabilistica dei danni economici e intangibili provocati dalla calamità. Nello studio dei sistemi di approvvigionamento idrico il mancato soddisfacimento della domanda idrica è considerato una stima indiretta (*proxy*) dei danni, e il rischio di siccità è generalmente valutato sulla base dei deficit idrici. L'utilizzo di tale stima indiretta peraltro rende agevole ricorrere alla tecnica di simulazione Montecarlo, che applicata ai sistemi di approvvigionamento idrico può rappresentare uno strumento di valutazione dei rischi di deficienza idrica più efficace di altri approcci basati sul concetto di siccità di progetto. Tale tecnica, consente infatti di tener conto implicitamente il carattere aleatorio delle siccità, attraverso la generazione stocastica degli input idrologici, e di inglobare la vulnerabilità del sistema nella simulazione (Cancelliere et al., 1997). Inoltre, come mostrato nella **Figura 4.2**, tale procedura può essere ancora inquadrata all'interno della tradizionale valutazione del rischio, basata sulle due componenti "pericolosità" e "vulnerabilità".

Figura 4.2: Procedura di valutazione del rischio di deficienza idrica dovuta a siccità in un sistema di approvvigionamento tramite simulazione Montecarlo (adattato da Rossi, 2017).



Diverse ricerche sono state orientate alla valutazione del rischio di deficienza idrica, con lo scopo di definire le regole di esercizio o l'allocazione dei volumi immagazzinati nel caso di un singolo invaso e/o in un sistema di approvvigionamento complesso in condizioni di siccità. Alcuni di questi studi hanno affrontato l'uso di sistemi di allerta precoce (*early warning*) nell'ambito della gestione dei sistemi di approvvigionamento in condizioni di siccità. In particolare, esempi di tali studi riguardano il sistema del Simeto (Cancelliere et al., 2009), quello dell'Acate in Sicilia (Nicolosi et al., 2009) e di un sottosistema dell'Acquedotto Pugliese (Nicolosi et al., 2008). In alcuni casi, è stata valutata la probabilità di deficit idrici nel breve orizzonte temporale, con lo scopo di indirizzare la scelta di diverse misure di mitigazione, ad esempio nel caso del sistema dell'Acate (Rossi et al., 2011).

Nella stessa linea di ricerca possono essere inquadrati recenti studi volti a definire metodologie per la valutazione di *early warning* sui sistemi idrici connessi con l'invaso di Ridracoli, in Emilia-Romagna (Romano et al., 2017, 2018), con l'invaso naturale del lago Maggiore (Romano et al., 2018) e con l'invaso di Occhito (Guyennon et al., 2016, 2017; Romano et al., 2018).

Da un punto di vista statistico, la siccità meteorologica può essere caratterizzata in termini di frequenza, durata, intensità ed estensione. Tuttavia, a differenza di altri fenomeni naturali calamitosi, gli impatti della siccità si dispiegano ben oltre il periodo di diminuzione delle precipitazioni e con modalità e tempi diversi, non sempre facilmente prevedibili. Tale aspetto costituisce, da un lato un elemento di complessità nella gestione dell'evento siccitoso, dall'altro permette, entro certi limiti, di identificare elementi di allerta precoce, dal momento che le quattro tipologie di siccità riportate in **Figura 1.1** e definite nel **Capitolo 1**, si manifestano tipicamente in momenti successivi e per periodi diversi, eventualmente sovrapposti.

L'individuazione di precursori o, in inglese, di *early warning* di condizioni di crisi idrica (ossia di difficoltà di approvvigionamento idrico) causati e/o esacerbati da condizioni meteo-climatiche

si configura quindi come l'individuazione delle relazioni nello spazio e nel tempo tra le diverse tipologie di siccità, assegnato lo stato del sistema idrico, inteso come il sistema di captazione e distribuzione della risorsa per il soddisfacimento di una o più tipologie di fabbisogni. Un sistema di allerta precoce di condizioni di carenza idrica cerca, in altre parole, di rispondere alla seguente domanda: assegnato lo stato del sistema idrico, quali condizioni di siccità meteorologica possono determinare condizioni di siccità agricola, idrologica e idrogeologica e quindi i conseguenti impatti in ambito socio-economico e ambientale? Con quale preavviso? In quale area?

Nel contesto descritto, risulta di fondamentale importanza per lo sviluppo di un sistema di *early warning* procedere a ritroso: dall'analisi del sistema idrico, all'individuazione delle condizioni meteo-climatiche che possono determinare in un orizzonte temporale di qualche mese una incapacità di soddisfacimento dei fabbisogni connessi.

L'analisi di un sistema idrico per la definizione di indicatori precoci di condizioni di crisi idrica deve necessariamente tenere in considerazione quattro aspetti fondamentali:

- le risorse idriche, intese come i volumi idrici per le diverse utenze disponibili in strutture, naturali o artificiali, in grado di immagazzinare in parte o totalmente l'afflusso delle precipitazioni;
- il regime meteo-idrologico, sia a breve-medio termine in relazione alla gestione contingente del sistema, sia a lungo termine in relazione alla programmazione in un'ottica di riduzione del rischio;
- le infrastrutture, in relazione alla capacità di captazione e distribuzione del sistema;
- le pressioni sui corpi idrici, in relazione alla quantificazione della domanda attuale e futura nei diversi settori (civile, irriguo, industriale, energetico, ambientale, ecc.).

Un sistema di monitoraggio di siccità (nelle sue diverse componenti) e di scarsità idrica per il preannuncio delle condizioni di crisi idrica deve quindi essere costituito dai seguenti elementi:

- monitoraggio delle variabili meteo-climatiche (in primis precipitazioni e temperatura);
- disponibilità di serie storiche delle variabili meteo-climatiche di interesse su scala pluri-decennale, al fine di determinare le condizioni pluviometriche e termometriche "normali" e significativamente "eccezionali" (in termini statistici);
- monitoraggio delle variabili idrologiche di interesse (portate di corsi d'acqua, livelli idrometrici di invasi naturali e/o artificiali, ecc.);
- monitoraggio delle variabili idrogeologiche di interesse (altezze piezometriche, portate erogate da sorgenti naturali, ecc.)
- disponibilità di serie storiche delle variabili idrologiche e idrogeologiche di interesse su scala pluri-decennale, al fine di determinare la relazione tra deficit pluviometrici (a diverse scale temporali), anomalie di temperatura e conseguente diminuzione dello stato della (o delle) risorse idriche. È importante sottolineare il fatto che qualsiasi sistema di preannuncio di condizioni di crisi idrica deve necessariamente basarsi sull'analisi di ciò che è avvenuto nel passato, prestando estrema attenzione agli elementi che possono essere variati nel tempo (e.g., la copertura vegetale di un'area di ricarica che determina una significativa variazione dei coefficienti di deflusso) dagli elementi che non sono variati e che quindi possono essere utilizzati come elementi informativi per la costituzione di un sistema di preallerta;
- i fabbisogni (in termini di tipologia e di volumi) connessi a una risorsa o a un insieme di risorse e la loro variabilità nel tempo sia a scala annuale (e.g., incremento durante la stagione turistica in aree costiere) che a scala pluriennale (e.g., incremento complessivo a scopo irriguo dovuto a modifiche delle colture impiantate);
- le eventuali connessioni interne a un sistema idrico o tra sistemi idrici che permettano di modificare in maniera dinamica l'allocazione di risorse tra diverse utenze in funzione dello stato attuale e previsto delle risorse stesse e delle domande idriche connesse.

Un sistema per il preannuncio di condizioni di crisi idrica si configura dunque come un sistema che mette in relazione il monitoraggio meteo-idrologico attuale e pregresso, le condizioni meteo-idrologiche prevedibili e lo stato attuale delle risorse idriche al fine di prevedere la capacità di soddisfacimento dei fabbisogni connessi su un orizzonte temporale di alcuni mesi. Il sistema dovrebbe quindi permettere, in caso di una previsione di crisi idrica, di operare nel senso di una mitigazione degli impatti avversi.

In questo senso, un sistema di preannuncio di condizioni di crisi idrica è sostanzialmente diverso, ad esempio, da un sistema di preannuncio di eventi idrologici estremi (alluvioni): il tempo differito con il quale gli impatti di un evento siccitoso potenzialmente si manifestano (in alcuni casi dell'ordine di mesi) se da un lato permette di intervenire operativamente in maniera efficace nell'arco di alcune settimane (quando non di mesi), dall'altro rende più difficile quantificare la probabilità di accadimento degli impatti stessi, spingendo spesso a procrastinare possibili interventi di mitigazione a fronte di una non certezza del danno.

Di conseguenza, affinché un sistema di preannuncio di condizioni di crisi idrica sia efficace ai fini gestionali sono necessari due elementi:

1. la definizione e l'utilizzo di indicatori oggettivi che quantifichino lo scostamento delle variabili meteo-idrologiche di interesse da condizioni di "normalità". Tale scostamento deve essere misurato sia in termini quantitativi (di quanto la variabile di interesse si allontana da condizioni "medie"?) sia in termini di frequenza (ogni quanto tempo un certo scostamento da condizioni di normalità si verifica?). Alla definizione e utilizzo di tali indicatori è dedicato il paragrafo successivo;
2. il sistema di preallerta deve essere riconosciuto come "valido" e "robusto" da tutti gli attori in gioco (enti regolatori, enti pianificatori, enti che intervengono in condizioni di emergenza, enti gestori, ecc.). In altre parole: tutti gli *stakeholder* potenzialmente coinvolti nella gestione delle risorse idriche sia in condizioni di "normalità" che in condizioni di "emergenza" (dove per emergenza intendiamo anche le condizioni di "potenziale crisi idrica") dovrebbero concordare su: a) un sistema di monitoraggio rappresentativo delle condizioni attuali e pregresse del regime termo-pluviometrico dell'area di interesse e delle risorse idriche utilizzate; b) un sistema che metta in relazione il monitoraggio meteo-idrologico pregresso, le condizioni meteo-idrologiche prevedibili e lo stato attuale delle risorse idriche (e.g., se si registra una diminuzione delle precipitazioni del xx% si prevede una diminuzione del volume invasato tra tot mesi variabile tra xx% e xx%); c) un sistema di soglie condivise superate le quali tutti gli attori convengono che si debba intervenire con misure di mitigazione di gravità crescente. Tali soglie dovrebbero basarsi sulla valutazione quantitativa della **severità** dell'eventuale stato di scarsità idrica, intesa come quantificazione dello scostamento della disponibilità idrica attuale rispetto ai fabbisogni connessi.

## 4.2 Il monitoraggio della siccità e delle scarsità idrica

Come indicato nel precedente paragrafo, un efficace sistema di monitoraggio dei fenomeni di siccità e scarsità idrica deve avvalersi della conoscenza e dell'impiego dei dati di monitoraggio delle principali grandezze meteo-idrologiche, quali precipitazioni, temperature, portate dei corsi d'acqua e delle sorgenti, livelli di falda, nonché di quelli relativi alle pressioni sui corpi idrici, ossia prelievi dai corsi d'acqua, dalle falde e dalle sorgenti, nonché le restituzioni nei corpi idrici recettori. Negli elementi conoscitivi devono essere altresì incluse le informazioni sui fabbisogni idrici necessari alla tutela dei servizi ecosistemici, ai fini del raggiungimento degli obiettivi ambientali

di tutela e conservazione previsti dalla DQA, dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE, dalla Direttiva Uccelli 2009/147/CE e dalle norme italiane di recepimento.

A seguito della riforma del titolo V della Costituzione e dei successivi provvedimenti attuativi, le reti di monitoraggio meteo-idrologico e le competenze del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) sono state trasferite nel 2002 alle Regioni e alle Provincie autonome, mentre le competenze di carattere nazionale in materia di idrologia (linee guida, indirizzi, bilancio nazionale, ecc.) sono transitate nell'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (ISPRA, ex APAT). Allo stato attuale, le reti meteo-idrologiche regionali risiedono principalmente nei Centri Funzionali di Protezione Civile, afferenti al Servizio Nazionale della Protezione Civile – SNPC (D.Lgs. 1/2018 “Codice della protezione civile”), che nella maggioranza delle situazioni afferiscono alle Agenzie Regionali/Provinciali per la Protezione Ambientale (ARPA/APPA) facenti parte del Sistema Nazionale di Protezione dell’Ambiente – SNPA (L. 132/2016, che con il D.Lgs. 1/2018 diventa struttura operativa del SNPC). Negli altri contesti, le reti fanno invece capo a differenti strutture o uffici regionali.

L’attuale rete nazionale di monitoraggio al suolo è pertanto costituita prevalentemente da strumenti in telemisura di proprietà delle Regioni e delle Provincie autonome<sup>10</sup> (v. **Tab. 4.1**) che rilevano, perlopiù in automatico e con regolarità, le diverse grandezze idro-meteorologiche. Si tratta di una consistente rete costituita da circa 4000 pluviometri, 1820 idrometri e 3500 altri sensori tra termometri, anemometri, ecc. Per il monitoraggio meteorologico sono inoltre utilizzate le informazioni provenienti dalla Rete Radar Meteo Nazionale, che costituisce una degli elementi operativi dei sistemi osservativi a disposizione del sistema di allertamento coordinato dal DPC, e quelle derivate dai dati satellitari (come, ad es., i prodotti H-SAF – *EUMETSAT Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management*) e dalla rete di fulminazione. Vista la pluralità di soggetti erogatori di servizi pubblici di responsabilità in questo contesto, in particolare in ambito di idrologia operativa, dalla scala locale alla scala nazionale, è operativo dal 2013 il **Tavolo Nazionale per i Servizi di Idrologia Operativa**. Questo Tavolo ha l’obiettivo di ricostituire un sistema coeso e coordinato che assicuri un livello nazionale omogeneo di qualità e funzionalità (coerente e ottemperante alle risoluzioni in materia della World Meteorological Organization – WMO) e raggruppa sotto il coordinamento dell’ISPRA quegli uffici e centri regionali che sono responsabili di servizi di idrologia operativa, nonché l’Aeronautica Militare – AM e il DPC, in qualità di enti nazionali presenti nella rappresentanza italiana della *Commission for Hydrology* del WMO.

Le azioni promosse in questo Tavolo tecnico sono indirizzate a garantire standard comuni nelle attività di monitoraggio, a migliorare la conoscenza e lo stato delle risorse idriche nel Paese e a contribuire efficientemente a fronteggiare problemi quali il dissesto idrogeologico, la carenza idrica e gli impatti del cambiamento climatico in atto.

---

<sup>10</sup> Esistono altresì sul territorio italiano altre reti di monitoraggio, tra cui la rete sinottica nazionale afferente all’Aeronautica Militare e all’ENAV (c.a. 100 stazioni); le reti storiche degli osservatori e dell’ex Ufficio Centrale di Ecologia Agraria – UCEA), a cui afferiscono le stazioni più antiche, alcune delle quali risalenti alla metà del 18° secolo e la Rete Agrometeorologica Nazionale – RAN (ca. 40 stazioni) afferenti al Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria – CREA; diverse reti agro-meteorologiche regionali.

Tabella 4.1: Strutture regionali e provinciali competenti in Italia per il monitoraggio idro-meteorologico.

Regione/Provincia	Ente	Struttura
Abruzzo	Regione Abruzzo	Ufficio Idrografico
Basilicata	Regione Basilicata	Dip. Infrastr. Opere Pubbliche e Mobilità/Uff. Protezione Civile
Bolzano	Provincia Autonoma di Bolzano	Ufficio Idrografico
Calabria	ARPA Calabria	Centro Funzionale Multirischi
Campania	Regione Campania	Dir. Gen. Lavori Pubblici di Protezione Civile/Centro Funzionale
Emilia Romagna	ARPAE Emilia Romagna	Servizio Idro-Meteo-Clima
Friuli Venezia Giulia	Protezione Civile	Centro Funzionale
Lazio	Regione Lazio	Centro Funzionale
Liguria	ARPA Liguria	Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile
Lombardia	ARPA Lombardia	Servizio Meteorologico Regionale e Centro Nivometeorologico
Marche	Regione Marche	Centro Funzionale
Molise	Agenzia Regionale Protezione Civile	Centro Funzionale
Piemonte	ARPA Piemonte	Dip. Sistemi Previsionali
Puglia	Regione Puglia	Protezione Civile Puglia/Centro Funzionale
Sardegna	Regione Sardegna	Dir. Gen. Agenzia Regionale del Distretto Idrografico Sardegna
	ARPA Sardegna	Dip. Regionale Specialistico Idro Meteo Climatico
Siciliana	Regione Siciliana	Osservatorio delle Acque
Toscana	Regione Toscana	Centro Funzionale/Servizio Idrologico Regionale
Trento	Provincia Autonoma di Trento	Ufficio Dighe
Umbria	Regione Umbria	Idrografico Regionale/Centro Funzionale
Valle d'Aosta	Regione Valle d'Aosta	Centro Funzionale
Veneto	ARPA Veneto	Servizio Idrologico/Centro Funzionale

Date queste premesse, il Tavolo di Idrologia Operativa ha inizialmente definito standard minimi comuni a livello nazionale per il controllo di validità dei dati idro-meteorologici, elaborando appropriate Linee guida (Barbero et al., 2017), e implementando una piattaforma di condivisione a livello nazionale dei dati validati (Sistema Informativo Idrologico **HIS Central**). Nell'ambito del Tavolo, ISPRA ha inoltre sviluppato una procedura automatica per la stima del bilancio idrologico a scala nazionale, denominata BIGBANG (Braca, 2017; Braca et al., 2019), con la quale sono valutate a scala mensile le componenti del bilancio idrologico, ossia precipitazione totale, evapotraspirazione reale, scorrimento superficiale, ricarica degli acquiferi e immagazzinamento di volumi idrici nel suolo e nella copertura nivale, e sono effettuate preliminari stime dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla disponibilità della risorsa idrica naturale in Italia (vedi § 1.2).

Con l'introduzione della DQA, il problema della gestione sostenibile delle risorse e delle emergenze idriche ha però comportato una nuova modalità di monitoraggio basata sul rischio di non raggiungimento degli obiettivi ambientali dei corpi idrici. In ottemperanza alle Direttive europee in materia di governo delle acque (DQA e Direttiva Alluvioni 2007/60/CE), il territorio delle precedenti Autorità di bacino previste dalla legge n. 183 del 18 maggio 1989 è stato oggetto di pro-

fonde modificazioni. Il nuovo assetto territoriale previsto dalla legge n. 221 del 28 dicembre 2015, in vigore dal 2 febbraio 2016, prevede sette distretti idrografici (riportati in **Fig. 3.1**).

Per quanto riguarda i corpi idrici superficiali, la DQA impone il monitoraggio in continuo delle portate dei corsi d'acqua e dei livelli dei fiumi. Nel caso delle falde, essa impone il monitoraggio dei livelli al fine del raggiungimento del "buono stato quantitativo", che si verifica se i prelievi non superano la disponibilità della riserva rinnovabile (si veda, ad es., Percopo et al., 2017).

Sul versante del monitoraggio idrologico si è però riscontrata nel corso degli anni una diminuzione del monitoraggio delle portate, con la conseguenza che i dati di portata sono piuttosto scarsi se non addirittura indisponibili per intere regioni dall'inizio degli anni 2000. Esistono, difatti, regioni in cui non si eseguono più misure di portata e altre in cui il numero di misure effettuate annualmente nelle varie sezioni è stato fortemente ridotto, determinando un decadimento dell'affidabilità delle scale di deflusso, con le quali è possibile ricavare le portate dalla misura dei livelli idrometrici, e di conseguenza del numero di sezioni in cui si dispone di dati di portata. Disporre di dati di portata dei corsi d'acqua è però fondamentale sia al fine di valutare in tempo reale le entità, ad esempio, delle "piene" idrauliche che possono costituire un rischio per le popolazioni, sia al fine di effettuare una stima più affidabile delle componenti del bilancio idrologico e una stima delle altre grandezze fondamentali per la valutazione delle risorse idriche.

Ecco perché nell'ambito del Tavolo di Idrologia Operativa è stata condotta un'indagine sullo stato del monitoraggio delle portate dei corpi idrici volta anche a censire le criticità maggiori affrontate in tale contesto dai soggetti attuatori. Sulla base di questa indagine, è stato definito in accordo con il MATTM un progetto di supporto al monitoraggio quantitativo dei corsi d'acqua. Il progetto vede la partecipazione attiva del MATTM, delle componenti del Tavolo Idrologia (ISPRA e servizi/uffici regionali e delle province autonome di idrologia operativa) e delle sette Autorità di Bacino Distrettuale (sensu L. 221/2015).

Il progetto, finanziato nell'ambito del Piano Operativo Ambiente, sotto piano "Interventi per la Tutela del Territorio e delle Acque", attraverso il Fondo per lo Sviluppo e la Coesione 2014-2020 (Delibera CIPE 55/2016), ha l'obiettivo di definire e condurre nell'arco di un triennio campagne periodiche di misure di portata sull'intero territorio nazionale, al fine di aggiornare le scale di deflusso e di permettere così una azione conoscitiva continua sull'effettiva entità della risorsa idrica superficiale (non deducibile semplicemente dalle valutazioni effettuate mediante un modello di bilancio), evitando il ricrearsi di situazioni di gap conoscitivi. La disponibilità continuata di dati di portata dei corsi d'acqua sull'intero territorio nazionale è anche necessaria per una stima più affidabile delle componenti del bilancio idrologico, permettendo difatti un'attività ad hoc di calibrazione dei parametri degli schemi concettuali utilizzati nelle procedure di calcolo del bilancio stesso. Valutazioni affidabili da parte dei modelli, necessarie per supportare risposte efficaci sul territorio, richiedono infatti che gli stessi siano calibrati e validati sulla base di dati osservativi; minore la quantità e la definizione dei dati, più grossolana la stima effettuata dal modello; con i dati idrologici attualmente a disposizione, in assenza di dati sulle acque superficiali e sotterranee e sui prelievi, i modelli di bilancio idrologico possono fornire stime alla scala mensile, stagionale o annuale con elevati, ma comunque accettabili allo scopo, margini di errore.

Per quanto riguarda la conoscenza e le informazioni sugli usi della risorsa, la situazione presenta numerose problematiche. Il monitoraggio dei prelievi idrici, ancorché obbligatorio per legge, non sempre è effettuato e i dati sui prelievi non sempre sono di facile accesso, tanto è che lo stesso Istat desume alcuni dei dati sugli usi sulla base di stime dei fabbisogni (v. **§ 2.1**). Tuttavia, l'azione che in questo periodo si sta compiendo a livello nazionale con una collaborazione attiva di diversi soggetti, quali il MATTM, l'ISPRA, il DPC, l'Istat, l'ISS, e le Autorità di Bacino Distrettuale, punta a creare un'informazione coordinata, continua, omogenea, completa e dettagliata sui prelievi idrici.

In tale ottica, il “Censimento delle acque per uso civile” che l’Istat ha avviato nel corso del 2019 (descritto precedente nel **§ 2.2**) ha visto il coinvolgimento diretto delle sette Autorità di Bacino Distrettuale come tramite per sensibilizzare la partecipazione dei gestori a questa attività fondamentale per fotografare in maniera puntuale l’uso civile della risorsa idrica.

Solo avendo a disposizione dati accurati e continui del monitoraggio delle grandezze idro-meteorologiche e degli usi è possibile conoscere, con accettabile incertezza, ad esempio attraverso un modello di bilancio in tempo reale, la quantità della risorsa idrica disponibile in un certo punto della rete idrografica e delle falde, oppure calcolare indicatori per il monitoraggio della siccità e della scarsità idrica. La conoscenza della risorsa idrica disponibile è quanto mai necessaria anche a una valutazione delle concessioni in essere e a comprendere se e come rivederne la distribuzione in maniera maggiormente sostenibile. Inoltre, una conoscenza puntuale della disponibilità idrica è fondamentale per affrontare e gestire prontamente con adeguate misure le condizioni di crisi idrica che possono verificarsi a seguito di eventi siccitosi e/o situazioni di scarsità, nonché a valutare, unitamente al rilievo dello stato dei corpi idrici e di conservazione degli habitat e delle specie, quali siano le condizioni di utilizzo delle risorse che non compromettano i requisiti ecologici necessari al mantenimento della biodiversità e dei servizi ecosistemici. Tutto ciò anche in considerazione del fatto che ci si trova a utilizzare risorse idriche sempre meno abbondanti (v. **Cap. 1**) e a doverle allocare tra utilizzi sempre più concorrenti.

In relazione alla necessità di prevedere a livello di distretto idrografico apposite attività volte al monitoraggio degli eventi di siccità e, in particolare, al preannuncio delle crisi idriche, il MATTM ha promosso nel 2016 l’istituzione degli Osservatori distrettuali permanenti per gli utilizzi idrici. Come visto nel **Capitolo 3**, ciascun Osservatorio distrettuale costituisce una misura dei PDG ai sensi della DQA ed è una struttura operativa a supporto del governo integrato dell’acqua, curando, in particolare, la raccolta, l’aggiornamento e la diffusione dei dati relativi alla disponibilità e all’uso della risorsa idrica nel distretto idrografico, nonché fornendo indirizzi per la regolamentazione dei prelievi e degli usi e delle possibili compensazioni, specie durante il perdurare di eventi siccitosi e di scarsità idrica.

L’attività degli Osservatori non può che basarsi, come in precedenza sottolineato, su monitoraggio continuo basato sull’analisi di una serie di grandezze e di indicatori, che rappresentano le diverse componenti del ciclo idrologico (e.g., precipitazioni, umidità del suolo, livelli dei bacini, portata dei fiumi, livelli delle acque sotterranee), o gli impatti specifici associati ai diversi tipi di siccità illustrati nel **Capitolo 1** (e.g., stress idrico della vegetazione). Gli indicatori rappresentano generalmente anomalie statistiche della situazione attuale rispetto alla climatologia in un determinato luogo e periodo di tempo e forniscono quindi una misura probabilistica della gravità di un evento. Diversi sono gli indicatori che sono stati sviluppati nel corso degli anni per monitorare le differenti tipologie di siccità e gli eventi di scarsità idrica, che sono presenti nella letteratura di settore. Nell’ambito delle attività del Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori costituito presso il MATTM, il sottogruppo “Indicatori” ha condotto una analisi di tali strumenti di monitoraggio, tenendo in particolar modo in considerazione quanto già operativamente utilizzato a livello nazionale (da parte delle Autorità di Bacino Distrettuale e degli enti afferenti al Tavolo Idrologia) e quanto analizzato e proposto nel contesto europeo da parte del gruppo di esperti EGWSD degli Stati Membri (Faergemann, 2012; TYPSA, 2013).

Nel giugno 2018, sono state pubblicate, con il supporto del progetto del MATTM CReIAMO PA, le “Linee Guida sugli indicatori di siccità e di scarsità idrica da utilizzare nelle attività degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici” (Mariani et al., 2018). Queste Linee guida redatte dall’ISPRA e dall’Istituto di Ricerca sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche – IRSA-CNR, con il supporto dei membri del Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori,

costituiscono un utile riferimento tecnico per le attività di monitoraggio degli Osservatori, che si vanno ad affiancare agli strumenti già in uso a livello di distretto idrografico, oltre che alle ulteriori valutazioni riguardanti la disponibilità idrica, la domanda da parte dei differenti comparti d'uso, le caratteristiche del sistema di approvvigionamento idrico e, in generale, al giudizio esperto inerente il grado di soddisfacimento delle richieste della risorsa idrica. In funzione dello scenario di siccità definito dagli indicatori e, ancor di più, dei livelli di scarsità idrica, devono essere fatte corrispondere adeguate misure di mitigazione da parte degli Enti e dei soggetti istituzionalmente competenti che sono presenti negli Osservatori.

La scelta di selezionare all'interno delle Linee guida un set di indicatori è stata dettata dalla necessità di fornire una visione di insieme a livello nazionale, in linea con quanto già effettuato nel contesto europeo e richiesto nel *reporting* della DQA. Il set di indicatori selezionato è costituito da:

- l'SPI (McKee et al., 1993, World Meteorological Organization, 2012) che è ampiamente diffuso a livello internazionale, nazionale e regionale/locale per il monitoraggio, a diverse scale temporali (da 1 a 48 mesi), della siccità in termini di deficit (o surplus) di precipitazione rispetto alla media climatologica (si vedano in **Fig. 4.3** esempi di mappe di SPI, a scala nazionale e regionale). A seconda della scala temporale considerata, l'indice SPI può fornire informazioni utili per valutare i potenziali impatti della siccità. Se riferito a periodi brevi di aggregazione temporale (da 1 a 3 mesi), l'SPI fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti. Se riferito a periodi medi di aggregazione temporale (da 3 a 12 mesi), questo indice fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi. Se riferito a periodi più lunghi (oltre i 12 mesi) fornisce indicazioni sulla ridotta ricarica degli invasi e sulla disponibilità di acqua nelle falde. Le soglie di SPI associate ai diversi livelli di severità della siccità, da moderata a estrema, sono definite e note in letteratura;
- il WEI+ (Faergemann, 2012), versione modificata dell'originale WEI, il cui utilizzo come indicatore di stress idrico è stato testato dall'EGWSD della CSI per la DQA anche su diversi bacini italiani, ed è richiesto nel *reporting* previsto dalla DQA laddove i prelievi costituiscano pressioni significative. A differenza del WEI che misura per un dato territorio il rapporto (in %) tra il prelievo idrico totale annuo e la media di lungo periodo della risorsa idrica rinnovabile disponibile annua, il WEI+ valuta per un assegnato territorio e per un dato intervallo di tempo il rapporto (in %) tra il consumo effettivo della risorsa idrica, ossia i prelievi al netto delle restituzioni, e la risorsa idrica rinnovabile. Pertanto, il WEI+ considera l'effettivo consumo della risorsa idrica e non semplicemente il suo prelievo, tenendo così conto di quegli usi che ne prevedono la restituzione, come, ad esempio, nel caso della produzione di energia elettrica. Inoltre, la valutazione del consumo può riferirsi non solo all'arco temporale di un anno (come nel caso del WEI), ma anche a intervalli temporali sub-annuali (mensile, stagionale, ecc.) e a territori di dimensione inferiore a quello nazionale (e.g., bacini, sottobacini). Quest'ultimo aspetto risulta fondamentale per una corretta valutazione delle situazioni di scarsità idrica, che potrebbero non essere evidenti a scala annuale e considerando porzioni di territorio troppo estese, e per far emergere la variabilità stagionale/intra-annuale e spaziale;
- il *fraction of Absorbed Photosynthetically Active Solar Radiation* – fAPAR (Gobron et al., 2000, 2005, 2007) e l'anomalia di fAPAR, che sono indicatori utilizzati per individuare e valutare l'impatto della siccità sulla vegetazione. Il fAPAR, la cui stima si basa sull'utilizzo di immagini satellitari, misura la frazione dell'energia solare assorbita dalla vegetazione. Operativamente, può essere adottato il prodotto fAPAR disponibile con frequenza decadale sul portale dell'*EU Copernicus Global Land Service*. Al fine di imputare correttamente la variazione della salute e della copertura della vegetazione mostrata dal fAPAR e dall'anomalia di fAPAR a eventi di sic-

cità e non a cause diverse (e.g., una variazione nella copertura dei suoli), è necessario che questi indicatori siano sempre valutati congiuntamente con gli altri indicatori in grado di misurare e valutare le variazioni in termini di precipitazione (e.g., SPI) e/o di contenuto di umidità del suolo. Questo permette di poter imputare effettivamente all'evento di siccità in esame la variazione registrata nella vegetazione.

- lo *Standardized Run-off Index* – SRI (Shukla e Wood, 2008), noto anche come *Standardized Discharge Index* – SDI o come *Standardized Flow Index* – SFI, da adottare in maniera complementare allo SPI come indicatore per la siccità idrologica e per il cui calcolo è necessario disporre di serie adeguatamente lunghe e stazionarie di portate medie mensili;
- lo *Standardized SnowPack Index* – SSPI, indicatore analogo allo SPI in cui si utilizzano i valori dell'equivalente in acqua della neve (*snow water equivalent* – SWE; in kg m<sup>-2</sup>) anziché quelli di pioggia, e di cui è consigliato l'utilizzo in quelle aree in cui per la disponibilità della risorsa idrica è rilevante l'apporto fornito dal manto nevoso (*snowpack*). La stima del manto nevoso richiede, però, l'utilizzo di specifici modelli, già testati e valutati in diverse realtà alpine del territorio italiano (si veda, ad es., il § 4.2.1 in Mariani et al, 2018);
- lo *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index* – SPEI (Vicente-Serrano et al., 2010; Begueria et al., 2014) che, a differenza dello SPI, considera anche le variazioni in termini di evapotraspirazione potenziale. La scelta del modello da adottare per la stima dell'evapotraspirazione potenziale è, però, fortemente determinata e condizionata dai dati meteorologici disponibili sull'area presa in esame;
- lo *Spring Anomaly Index* – SAI (Romano et al., 2013), da utilizzare in quelle realtà distrettuali in cui le sorgenti, alimentate perlopiù da acquiferi fratturati e captate all'emergenza, costituiscono una risorsa idrica ampiamente sfruttata, in particolar modo a scopo idropotabile.

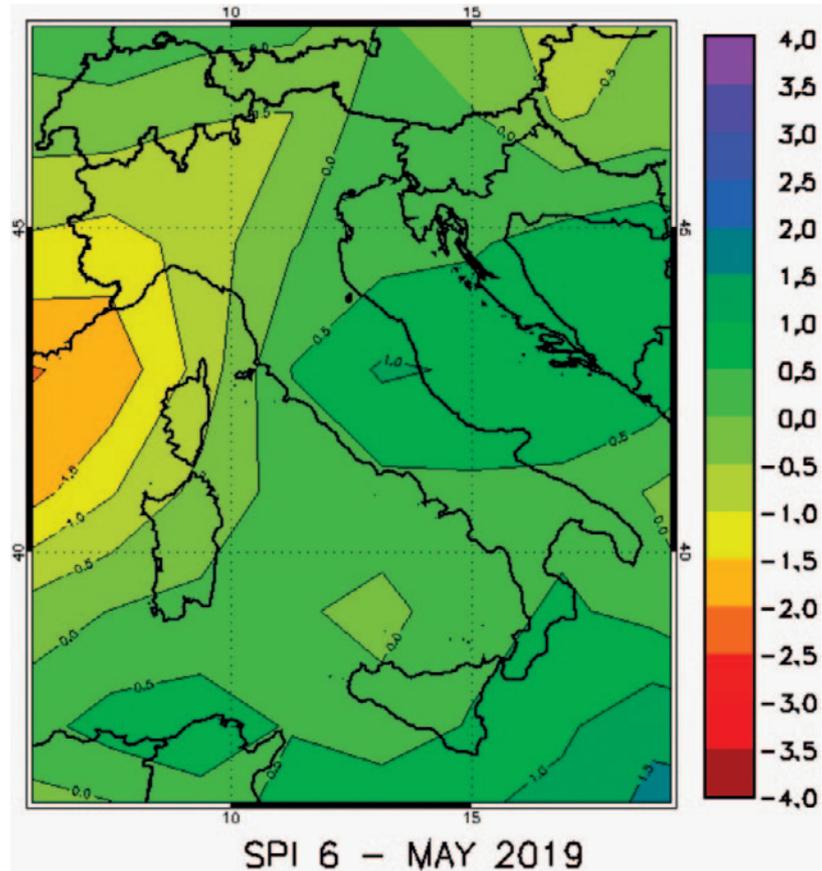
Gli indicatori proposti in queste Linee guida sono in generale rappresentativi delle condizioni meteo-climatiche e delle condizioni idrologiche (stato della risorsa) e permettono, pertanto, una caratterizzazione, anche in termini di impatti, del grado di gravità degli eventi di siccità. Unica eccezione è costituita dall'indice WEI+ che quantifica, per un assegnato intervallo temporale e un determinato territorio, il rapporto tra le pressioni antropiche (prelievi meno restituzioni) che insistono sulla risorsa idrica e la sua disponibilità. Questo indicatore permette, anche, di identificare sul medio-lungo periodo quelle aree in cui l'uso della risorsa è meno sostenibile, ovvero quelle aree più soggette a situazioni di scarsità idrica e quindi potenzialmente esposte con maggiore frequenza a crisi idriche.

Un possibile schema concettuale di riferimento per lo sviluppo di un sistema di preannuncio, come quello descritto nel paragrafo 4.1, basato sugli indicatori proposti nelle Linee guida è riportato in **Figura 4.4**.

Le classificazioni dei livelli di severità associati a questi indicatori sono quelle riconosciute a livello internazionale e consolidate nella letteratura di settore. Unica eccezione è per l'indicatore di scarsità idrica WEI+, su cui a livello internazionale non c'è ancora un accordo univoco. Per questo motivo, vista anche la peculiarità dell'indicatore che è richiesto nel *reporting* sensu DQA, è stato deciso a livello di Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori di costituire un apposito gruppo di lavoro sul WEI+, coordinato da ISPRA, non solo per definire a livello paese tali livelli ma anche per identificare, in maniera omogenea, la base dati e le modalità di calcolo da adottare in tutti i distretti idrografici (e.g., scala spaziale, scala temporale, *eflow*, vincoli nazionali e trans-nazionali, ecc.).

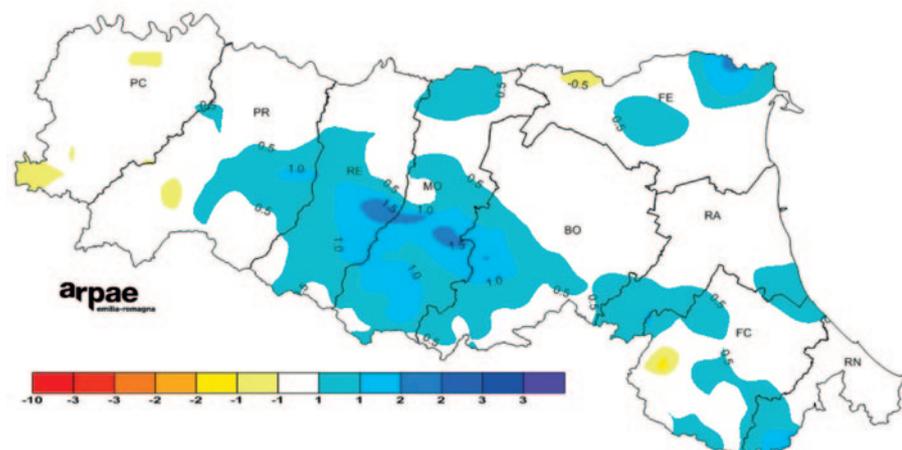
Figura 4.3: Esempi di mappe di SPI. (a) Mappa di SPI a 6 mesi a scala nazionale per maggio 2019 (fonte: Bollettino mensile di siccità di ISPRA); (b) Mappa di SPI a 6 mesi per la regione Emilia Romagna (fonte: Bollettino mensile della siccità dell'ARPAE Emilia Romagna); (c) Mappa di SPI a 6 mesi per aprile 2019 (fonte: Bollettino mensile della siccità dell'Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia); (d) Mappe di previsione di SPI a 3 mesi per giugno 2019 per la regione Piemonte (fonte: Bollettino idrologico mensile dell'ARPA Piemonte).

(a)



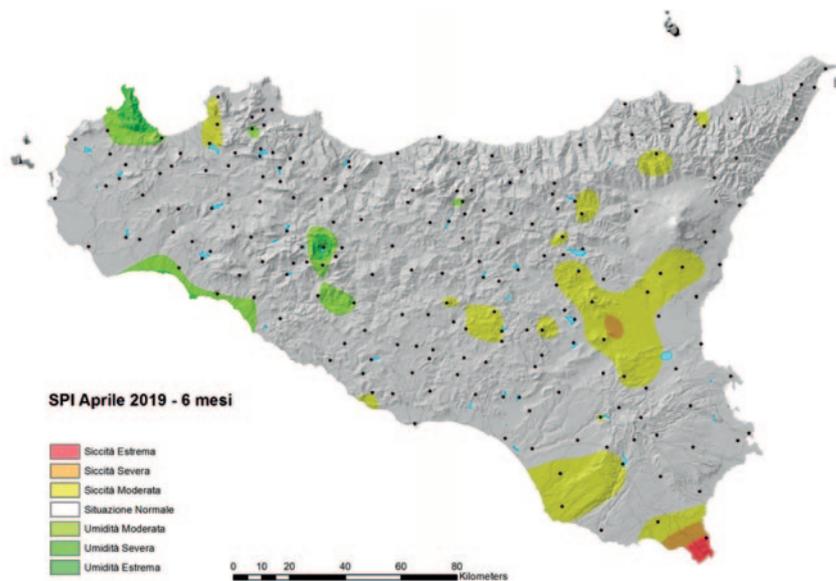
(b)

**Standardized Precipitation Index a 6 mesi  
maggio 2019**





(c)



(d)

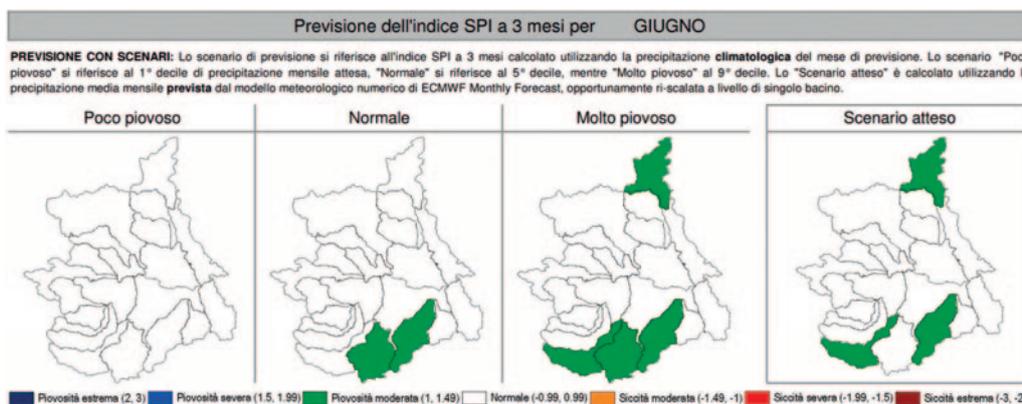
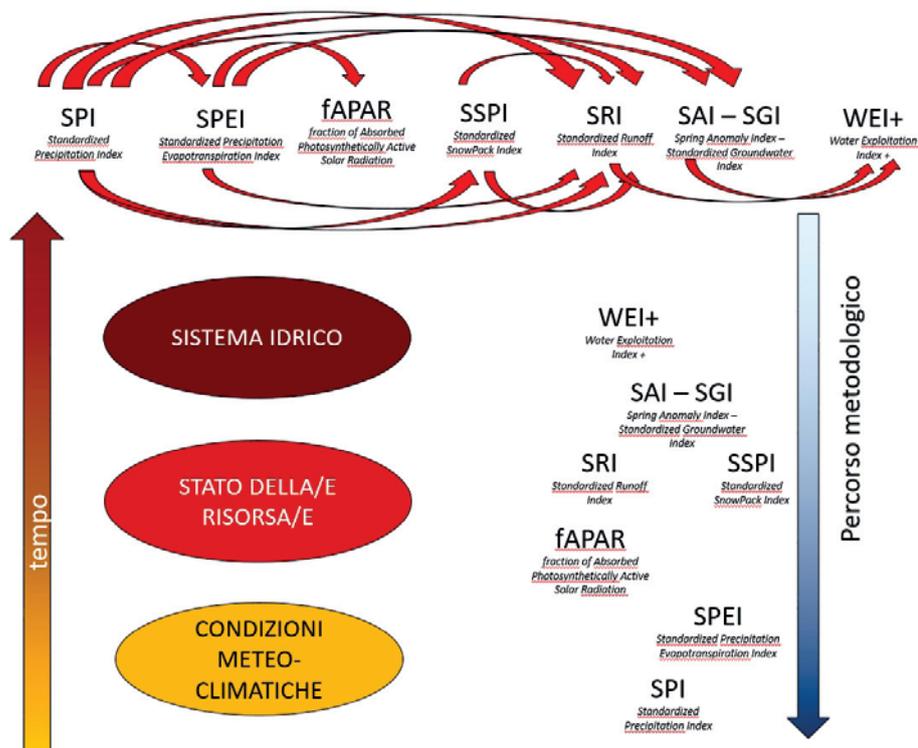


Figura 4.4: Schema concettuale di riferimento per lo sviluppo di sistemi di preannuncio di condizioni di crisi idrica.



### 4.3 Strumenti di preannuncio alle crisi idriche e di supporto alle decisioni

Un sistema di allerta precoce delle crisi idriche (intese come condizioni di impossibilità di soddisfacimento del fabbisogno idrico in toto o in parte) si configura come un sistema di indicatori (v. Fig. 4.4) in grado di mettere in relazione nello spazio e nel tempo le anomalie di precipitazione e temperatura (siccità meteorologica) con i conseguenti impatti sul suolo (siccità agricola), sulle risorse idriche (siccità idrologica) e sulla capacità di soddisfacimento del fabbisogno idrico connesso. Si vuole, in altre parole, rispondere alla seguente domanda: quali condizioni di siccità meteorologica possono determinare condizioni di carenza idrica? Con quale preavviso? È evidente che in questo contesto l'accento è posto sui sistemi idrici.

Nel presente paragrafo sono presentati i principi di funzionamento di uno strumento informatico operativo di supporto alle decisioni denominato INOPIA e sviluppato dall'IRSA-CNR, in collaborazione con il DPC, con lo scopo di fornire all'utente (amministrazioni pubbliche, organi di controllo, gestori, ecc.) elementi per la valutazione quantitativa di possibili condizioni di carenza idrica dovuta a deficit pluviometrici.

La versione originale di INOPIA (v1.1) costituisce il prodotto finale delle attività previste nell'ambito del Work Package 4 "Metodologie per il monitoraggio della disponibilità di risorse idriche e per il preannuncio di possibili crisi idriche" dell'Intesa Operativa tra l'IRSA-CNR e il DPC siglata il 19 dicembre 2006 a seguito dell'Accordo di Programma Quadro sottoscritto il 20 giugno 2006.

INOPIA v1.1 (e successivi sviluppi fino a v1.5) è un insieme di cinque algoritmi raggruppati in un'unica interfaccia grafica di semplice utilizzo che permette una valutazione immediata del rischio di *shortage* di un sistema d'approvvigionamento idrico costituito da un invaso, naturale o artificiale, alimentato da uno o più corsi d'acqua superficiali la cui portata sia stata preventivamente aggregata e che fornisca acqua per il soddisfacimento di una domanda eventualmente variabile nel tempo (o più domande aggregate). Grazie a una concezione modulare INOPIA permette, oltre al monitoraggio dell'andamento storico del sistema, di elaborare scenari di diversi tipi (afflussi, regole di gestione, capacità di invaso e domanda) e prevede un supporto alle decisioni con una capacità di visione "stagionale".

Come visto nel paragrafo precedente, nel 2018 come risultato delle attività condotte nell'ambito del sottogruppo "Indicatori" del Comitato tecnico di coordinamento nazionale degli Osservatori permanenti distrettuali per gli utilizzi idrici, l'ISPRA, con il supporto di IRSA-CNR, pubblica le Linee guida in cui sono proposti alcuni indicatori standardizzati per il monitoraggio della siccità meteorologica, agricola e idrologica (Mariani et al. 2018).

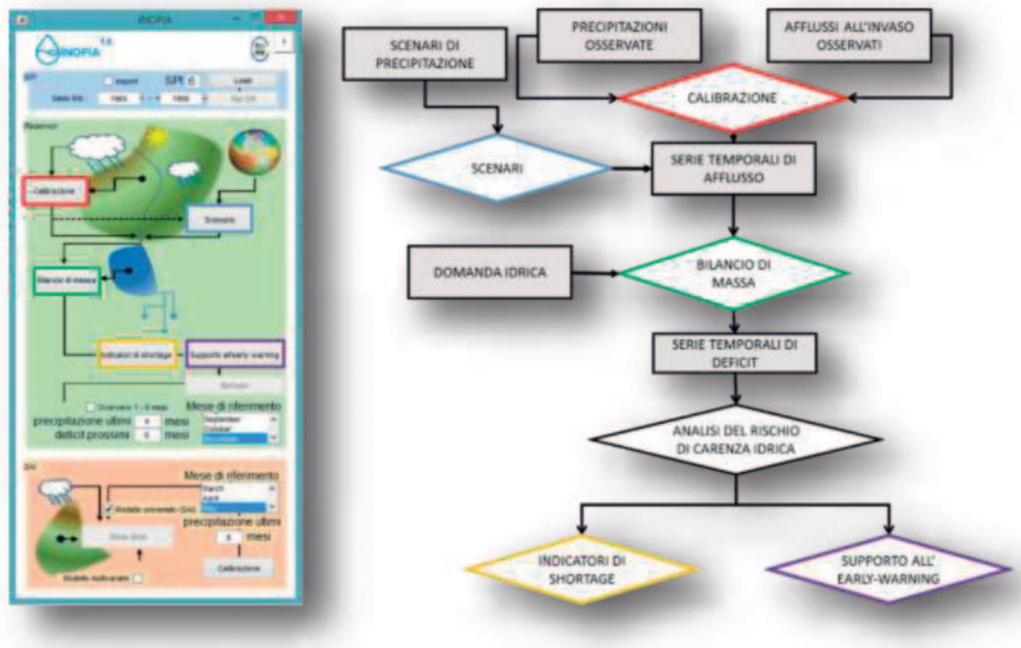
Con l'obiettivo di offrire uno strumento operativo che recepisca alcune delle indicazioni delle Linee guida prima citate, l'IRSA-CNR rilascia nel marzo 2019 una ulteriore versione di INOPIA (v1.6) strutturata in tre diversi tool di analisi:

- Il tool **SPI**. Tale strumento consente il calcolo dello SPI (McKee et al., 1993) per una scala temporale scelta dall'utente di serie storiche di precipitazioni mensili. L'SPI è calcolato utilizzando una baseline comune per tutte le serie di precipitazione fornite in input.
- Il tool **RESERVOIR**. In questo strumento sono raccolti gli sviluppi delle precedenti versioni di INOPIA (fino a v1.5). Esso è composto da cinque moduli (Romano et al., 2017, 2018): a) La *calibrazione* di un modello semplificato denominato SPI-Q che simula l'afflusso mensile a un invaso superficiale sulla base dei dati storici di precipitazione (una o più stazioni distribuite nel bacino idrografico) aggregati a diverse scale. b) La capacità di generare *scenari* di afflusso all'invaso mediante il modello precedentemente calibrato, con dati di precipitazione tipicamente ottenuti da un modello globale/regionale di circolazione o da previsioni meteo di medio periodo. c) La capacità di ricostruire i volumi storici e/o futuri di un invaso (*mass balance*) utilizzando i risultati della *calibrazione e/o scenario* sulla base delle caratteristiche geometriche dell'invaso (volumi massimi/morti) e della domanda connessa (con eventuale rilascio del deflusso minimo vitale a valle). Il modulo permette anche, a seconda delle informazioni disponibili, di ricostruire l'andamento dei livelli associati e di utilizzare una domanda non stazionaria. d) La stima del rischio di *shortage* del sistema idrico (intesa come incapacità di soddisfacimento della domanda) in termini di frequenza, durata e intensità dei deficit attraverso *indicatori di shortage*, utilizzando il risultato di una ricostruzione (*mass balance*). e) Un *supporto all'early warning* mediante la visualizzazione grafica della relazione tra gli eventi di *shortage* ricostruiti e gli indici standardizzati di precipitazione associati. Fornisce una capacità di *forecast* pertinente quando basato su dati storici di precipitazione e afflusso di lunga durata (tipicamente diversi decenni).
- Il tool **SAI**. In molti distretti idrografici italiani, soprattutto dell'Italia Centrale e Meridionale, le sorgenti, alimentate perlopiù da acquiferi fratturati e captate all'emergenza, costituiscono una risorsa idrica ampiamente sfruttata, in particolar modo a scopo idropotabile. Tali sorgenti presentano un regime idrologico caratterizzato nella maggior parte dei casi da una fase di ricarica durante la quale le portate aumentano fino a raggiungere un picco di massima, seguito da una fase di recessione durante la quale le portate diminuiscono fino a un minimo. Dal punto di vista della severità degli episodi di scarsità idrica, l'indicatore fisico rappresentativo dello stato della risorsa, e quindi della capacità di soddisfacimento della domanda, è costituito dalle portate minime annuali. Il tool SAI fornisce una procedura guidata per il calcolo dello Spring Anomaly Index

(Romano et al., 2013) in accordo con le summenzionate Linee guida (Mariani et al., 2018). Condizioni di severità idrica puntuale si configurano nel momento in cui la sorgente non sia in grado di soddisfare la domanda di utilizzo prevista. In prima istanza, informazioni sullo stato futuro della risorsa e quindi sulle possibili condizioni future di severità idrica puntuale, sono ricavate da un'analisi della correlazione tra il regime pluviometrico, rappresentato dallo SPI calcolato per una determinata scala di aggregazione e la variabilità nel tempo delle portate minime osservate

INOPIA v1.6 è sviluppato in ambiente Matlab © e diffuso come compilato stand alone per OS Windows nell'ambito dell'Intesa Operativa tra l'IRSA-CNR e il DPC. I diversi moduli scambiano informazioni attraverso fogli elettronici Microsoft Excel ©. Tutte le versioni di INOPIA rilasciate (dalla v1.1 alla v1.6) possono essere utilizzate solo a seguito di esplicita autorizzazione del DPC. In **Figura 4.5** è mostrata l'interfaccia grafica di INOPIA v1.6 e il modello concettuale del tool **RESERVOIR**.

Figura 4.5: Interfaccia grafica di INOPIA v1.6 e modello concettuale del tool RESERVOIR.



Nel presente paragrafo presenteremo esclusivamente gli elementi di base del modulo *supporto all'early warning*. Per una descrizione completa del tool INOPIA rimandiamo al relativo Manuale di Utilizzo (Romano et al., 2019).

Il modulo *supporto all'early warning*, inteso come capacità di prevedere un'eventuale carenza idrica, si basa: 1) sulla relazione storica tra gli indicatori standardizzati di precipitazione e i deficit ricostruiti associati; 2) sulla relazione storica tra i volumi invasati in un determinato mese dell'anno e i deficit ricostruiti. Il modulo fornisce informazioni utili (si veda l'output grafico in **Fig. 4.6**) per rispondere alle seguenti domande:

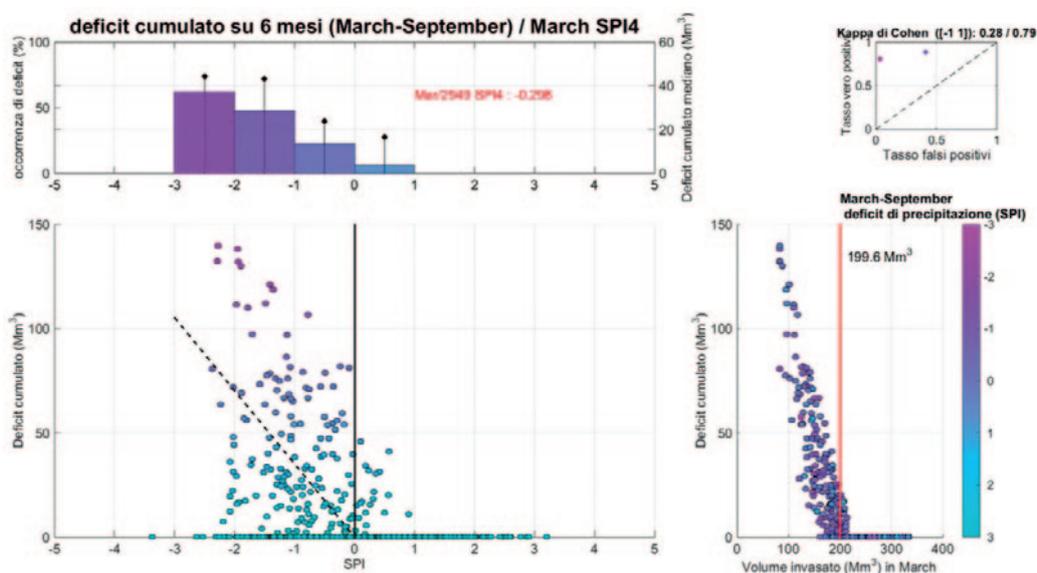
- *Considerate le precipitazioni degli ultimi X mesi (in relazione a quelle medie osservate), con quale probabilità si verificheranno condizioni di deficit nei prossimi Y mesi?* L'analisi viene condotta in base al seguente tipo di informazione: "fissato un determinato mese di analisi, quando nel passato sono state osservate negli ultimi X mesi precipitazioni cumulate confrontabili con

quelle attuali, è stato stimato deficit negli Y mesi successivi nel xx% degli casi”.

- Considerato il volume attualmente invasato, con quale probabilità si verificheranno condizioni di deficit nei prossimi Y mesi? L’analisi viene condotta in base al seguente tipo di informazione: “fissato un determinato mese di analisi, quando nel passato è stato osservato un volume invasato confrontabile con quello attuale, è stato stimato deficit negli Y mesi successivi nel xx% degli casi”.

L’utente deve quindi scegliere: a) il mese di analisi (marzo nell’esempio in **Fig. 4.6**); b) la scala di aggregazione delle precipitazioni pregresse (4 mesi nell’esempio in **Fig. 4.6**, quindi considerando le precipitazioni da dicembre a marzo. Le precipitazioni cumulate sono rappresentate in termini di SPI); c) l’orizzonte temporale di previsione (6 mesi nell’esempio, quindi sul periodo aprile-settembre).

**Figura 4.6:** Output del modulo supporto all’early warning dello strumento di supporto alle decisioni INOPIA (v1.6).



Nell’esempio in esame si studia quindi da un punto di vista statistico: 1) quante volte condizioni di deficit pluviometrico nel periodo dicembre-marzo ha determinato condizioni di carenza idrica nel periodo aprile-settembre; 2) se esiste una relazione tra l’intensità di deficit pluviometrico registrato nel periodo dicembre-marzo e l’intensità di carenza idrica registrata nei 6 mesi successivi; 3) quante volte sono state registrate condizioni di carenza idrica nei 6 mesi successivi per un determinato volume invasato nel mese di marzo; 4) se esiste una relazione tra il volume invasato nel mese di marzo e l’intensità di carenza idrica registrata nei mesi aprile-settembre; 5) l’affidabilità statistica della previsione.

La figura di output del modulo *supporto all’early warning* è composta da quattro pannelli:

- *pannello in basso a sinistra*: per ogni anno disponibile è riportato il deficit calcolato negli m mesi successivi al mese di riferimento in funzione del valore di SPI<sub>n</sub> stimato nel mese di riferimento.
- *pannello in alto a sinistra*: per ogni classe di SPI<sub>n</sub> del mese di riferimento è riportata la percentuale di occorrenza di deficit negli m mesi successivi al mese di riferimento. Nell’esempio in **Figura 4.6** negli anni in cui si è registrato nel mese di marzo un SPI<sub>4</sub> compreso tra -3 e -2, nei successivi 6 mesi si è registrato deficit in quasi il 95% dei casi; in maniera analoga negli anni in

cui si è registrato nel mese di marzo un SPI4 compreso tra -1 e 0, nei successivi 6 mesi si è registrato deficit in quasi il 50% dei casi.

- *pannello in basso a destra*: tale grafico riporta il deficit calcolato negli  $m$  mesi successivi al mese di riferimento. Viene anche riportato un *volume di allarme* (linea rossa), stimato per il mese di riferimento e la scala di aggregazione dei deficit considerati.
- *pannello in alto a destra*: il grafico corrispondente fornisce una stima della capacità di previsione del modulo *supporto all'early warning*. Esso è basato sulla metrica nota come kappa di Cohen's (Ben-David, 2007, 2008).

5

## 5. LE MISURE DI MITIGAZIONE

### 5.1 Dalla gestione dell'emergenza alla gestione del rischio di siccità

Come già accennato nei precedenti capitoli, le siccità presentano delle caratteristiche peculiari rispetto ad altre catastrofi naturali. Tali peculiarità influenzano le modalità di gestione della siccità. In particolare: i) le azioni di prevenzione possono essere pianificate ed implementate efficacemente, in quanto le siccità si evolvono piuttosto lentamente su un arco temporale ampio; ii) le misure strategiche per migliorare la preparazione alle siccità sono molto più complesse, in quanto lo spettro di potenziali azioni di lungo termine è molto ampio; e iii) le misure operative, da implementare all'insorgere di una siccità, richiedono una risposta adattativa al suo carattere dinamico, trattandosi infatti di un fenomeno la cui evoluzione è incerta, e che può svolgersi con una durata e una severità diverse da quelle considerate in fase di pianificazione (Rossi, 2017).

Soprattutto in passato, il rischio di siccità è stato spesso affrontato seguendo un approccio di *gestione della crisi o dell'emergenza*. Anche se questo approccio continua ad essere seguito per contrastare le siccità, si è oramai consapevoli dei suoi evidenti limiti: si tratta infatti di un approccio basato su decisioni "dell'ultimo minuto", che producono in genere azioni non particolarmente efficaci ed economicamente onerose, con impatti sociali spesso poco sostenibili. È stato quindi progressivamente sostenuto un cambiamento verso un approccio di *gestione del rischio*, con misure pianificate in anticipo (Yevjevich et al., 1983; Wilhite, 1987). Tale cambiamento è stato enfatizzato in diversi strumenti politici adottati in Paesi soggetti a siccità, come l'Australia (Botterill e Wilhite, 2005), il Sudafrica e gli USA (Wilhite et al., 2005). È stato altresì suggerito da varie raccomandazioni di carattere internazionale ed europeo (EC, 2007; EC, 2011; UNISDR, 2009, 2015), così come da progetti di ricerca sulle siccità (e.g., Medroplan, 2007). Le raccomandazioni hanno di fatto portato ad un miglioramento nella gestione delle siccità, anche se, per numerosi Paesi, Italia inclusa, vi sono sicuramente alcuni importanti passi da compiere. Ad esempio, l'istituzione degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici, di cui si è ampiamente trattato nei capitoli precedenti, costituisce sicuramente un passo importante verso una migliore gestione del rischio di siccità a scala di Autorità di distretto. Tuttavia, molto limitata in Italia rimane l'adozione di Piani di Gestione delle Siccità - PGS, principale indicazione dell'*Expert Network on Water Scarcity and Droughts* (EC, 2007). Tali piani, da adottare a livello di Autorità di distretto, sono da intendersi come allegati ai Piani di gestione dei bacini idrografici, con i seguenti obiettivi specifici: i) garantire un livello sufficiente di disponibilità idrica per coprire i fabbisogni essenziali umani e preservare la salute pubblica, ii) evitare o minimizzare gli impatti negativi delle siccità sui corpi idrici, iii) ridurre gli effetti negativi sulle attività economiche (cf. Rossi, 2009). Anche se la predisposizione del PGS non è obbligatoria per gli Stati membri, essa è consigliata, al fine di ampliare finalità e criteri della DQA anche ai problemi delle carenze idriche, in modo simile a quanto perseguito dalla Direttiva europea sulle alluvioni 2007/60. Essendo di fatto l'Autorità del distretto del Po l'unica ad essere provvista di PGS, si comprende come sia opportuno che gli Enti e le Istituzioni competenti ne stimolino la predisposizione per le rimanenti Autorità di Distretto, traendo anche spunto dalle esperienze di altri Paesi europei più virtuosi, come la Spagna. Infatti, la legislazione della Spagna, oltre a prevedere l'elaborazione dei PGS da parte delle Autorità dei distretti

idrografici, assegna il compito di predisporre un Piano di emergenza per le situazioni di siccità alle Amministrazioni pubbliche responsabili dei sistemi di approvvigionamento idrico urbano nei centri con popolazione uguale o superiore a 20.000 abitanti. Oltre alle misure di emergenza è anche prevista la possibilità di trasferimento temporaneo delle concessioni idriche e l'erogazione di sussidi per le assicurazioni contro i danni di siccità in agricoltura. Il PGS comprende importanti misure di monitoraggio ai fini della prevenzione degli impatti. Ad esempio nel 2018 sono stati introdotti due sistemi nazionali di indicatori: uno per la siccità e uno per la carenza idrica. Il primo è orientato alla identificazione delle siccità prolungate nei corsi d'acqua e alla definizione degli interventi necessari per evitare il peggioramento temporaneo della qualità delle acque (in relazione alle prescrizioni del DQA). Il secondo sistema è orientato invece a individuare in modo tempestivo la ridotta disponibilità di risorse idriche nei sistemi di approvvigionamento.

Nonostante i limiti sopraindicati, le esperienze dei gestori illustrate nel capitolo 7, che hanno affrontato crisi idriche legate a siccità nel recente passato, dimostrano una consapevolezza dell'importanza della gestione del rischio di deficienza idrica, mettendo in atto piani di miglioramento dei sistemi di approvvigionamento attraverso varie misure, soprattutto a lungo termine, meglio discusse nel successivo paragrafo.

## 5.2 Misure di mitigazione

In tabella 5.1 è riportata una lista dei principali impatti della siccità suddivisi in economici, ambientali e sociali. Sebbene tali impatti derivino direttamente dalla riduzione delle disponibilità idriche nelle diverse componenti del ciclo idrologico, la loro severità dipende anche dal grado di vulnerabilità del sistema idrico coinvolto, nonché dall'eventuale implementazione di adeguate misure di mitigazione.

Le misure per migliorare la capacità di reazione alla siccità e mitigarne gli effetti possono essere classificate in vari modi (Rossi, 2017). Distinguendo la pianificazione strategica di riduzione del rischio di siccità, dalla fase operativa di mitigazione degli impatti di una specifica siccità, e opportuno, in primo luogo, operare una distinzione tra misure a lungo termine e misure a breve termine. Le prime sono orientate a ridurre la vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico in condizioni di siccità attraverso una serie di interventi appropriati sia di tipo strutturale che istituzionale (Dziegielewski, 2003). Le misure a breve termine sono invece finalizzate a mitigare le conseguenze di un particolare evento di siccità, nel quadro delle infrastrutture e delle politiche gestionali vigenti, sulla base di un piano di lotta alla siccità preparato in anticipo ed adattato, se necessario, al particolare evento. Un'ulteriore distinzione può essere fatta riguardo agli obiettivi delle misure, a loro volta collegati al tipo di siccità (meteorologica, agricola e idrologica - v. **Cap. 1**) e alle conseguenze sui sistemi di approvvigionamento idrico e sui sistemi socio-economici (**Fig. 5.1**). In particolare, gli obiettivi delle misure possono distinguersi in tre categorie: i) aumento della disponibilità idrica, ii) riduzione delle domande, iii) minimizzazione degli impatti (Yevjevich et al., 1983).

Le Tabelle 5.2 e 5.3 mostrano, rispettivamente per il breve e il lungo periodo, un elenco di possibili misure distinte per obiettivi, considerando altresì i diversi usi coinvolti (urbano, agricolo, industriale e ricreativo).

Quando un sistema di approvvigionamento idrico non è in grado, o si prevede che non lo sarà nel prossimo futuro, di assicurare il soddisfacimento delle domande durante una siccità, vengono generalmente proposte appropriate modifiche o ampliamenti del sistema per diminuire la sua vulnerabilità. La scelta di misure strutturali dovrebbe essere accompagnata dalla definizione di

misure non strutturali a breve termine orientate a ridurre gli impatti dei deficit idrici che non possono essere evitati con l'adozione delle sole misure strutturali a causa di problemi di fattibilità tecnica, economica ed ambientale.

**Tabella 5.1: Impatti della siccità (Da Rossi et al. 2007)**

<b>Impatti economici</b>
1. Danno economico nella produzione agricola (riduzione del raccolto, danno alle colture pluriennali, infestazione di insetti, malattie delle piante)
2. Danno economico nella produzione forestale (incendi dei boschi, malattie degli alberi, infestazione di insetti, ecc.)
3. Danno economico nella produzione di latticini e di carne bovina (ridotta produttività dei pascoli, riduzione forzata dell'allevamento di bestiame, chiusura o limitazione all'utilizzo dei terreni pubblici per il pascolo, incremento dei furti, incendi dei pascoli)
4. Danno economico nella pesca nelle acque interne (danno all'habitat fluviale e ai pesci a causa delle portate ridotte)
5. Danno economico nelle industrie direttamente connesse alla produzione agricola (industrie alimentari, industrie produttrici di fertilizzanti, pesticidi, ecc.)
6. Danno economico nelle attività industriali colpite da eventuali riduzioni di energia idroelettrica
7. Disoccupazione a seguito della diminuzione della produzione
8. Danno economico per la navigabilità ridotta di corsi d'acqua e canali
9. Danni nel turismo dovuti alla ridotta disponibilità nell'approvvigionamento idrico e/o nei corpi idrici
10. Danno economico nelle attività ricreative (diminuzione della clientela, ecc.)
11. Danno economico per i produttori e i rivenditori di attrezzature ricreative
12. Pressione sulle istituzioni finanziarie (pignoramenti, maggiori rischi nella concessione di prestiti, diminuzioni di capitali, ecc.)
13. Perdite nelle entrate delle amministrazioni statali e locali (a seguito della riduzione delle imposte di base e delle tasse per le concessioni di licenze di caccia e di pesca, ecc.)
14. Riduzione delle entrate delle aziende idriche dovute a erogazioni ridotte
15. Costi aggiuntivi derivanti dall'utilizzo di risorse idriche integrative
16. Costi delle misure di emergenza per incrementare le risorse e ridurre le domande (costi aggiuntivi per il trasporto e trasferimento dell'acqua, costi di campagne d'informazione per ridurre i consumi, ecc.)
<b>Impatti ambientali</b>
1. Peggioramento della qualità delle acque a causa della minore disponibilità
2. Aumento della salinità (in corsi d'acqua, falde sotterranee, aree irrigate)
3. Danni nei laghi naturali e artificiali (pesci, paesaggio, ecc.)
4. Danni agli ecosistemi fluviali (flora, fauna)
5. Peggioramento della qualità dell'aria (ad es. polveri inquinanti)
6. Peggioramento della qualità del paesaggio (erosione del suolo, polvere, ridotta copertura vegetale, ecc.)
<b>Impatti sociali</b>
1. Disagi dovuti al razionamento dell'approvvigionamento idrico
2. Rischi per la salute umana connessi all'aumento delle concentrazioni di inquinanti e all'approvvigionamento discontinuo
3. Impatti sugli stili di vita (disoccupazione, ridotta capacità di risparmio, difficoltà a mantenere igiene personale, divieto al lavaggio di auto e strade, incertezza sul futuro, diminuzione di feste e divertimenti, perdita di proprietà)
4. Iniquità nella distribuzione degli impatti della siccità e delle misure di mitigazione
5. Rischi sulla sicurezza pubblica dovuti alla maggiore incidenza degli incendi (foreste, pascoli)
6. Abbandono delle attività ed emigrazione (in casi estremi)

Figura 5.1: Tipologie di misure per la mitigazione in relazione all'evoluzione della siccità

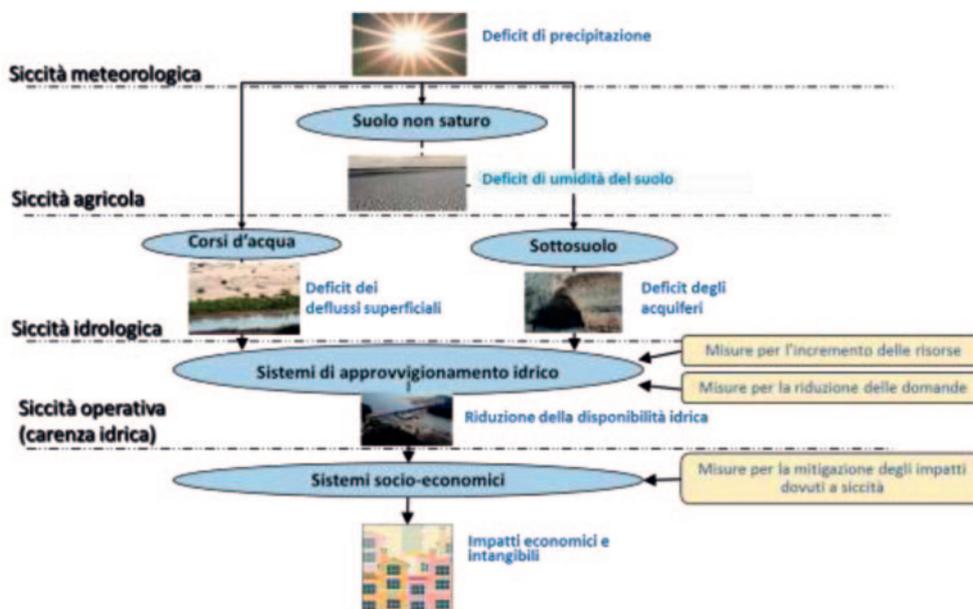


Tabella 5.2: Misure di mitigazione delle siccità di breve termine (adattato da Rossi, 2017)

Categoria	Azioni di breve termine	Settori coinvolti			
		U	A	I	R
Riduzione della domanda	Campagne di informazione pubblica per la promozione del risparmio idrico	U	A	I	R
	Restrizioni per alcune categorie di usi idrici urbani (e.g. lavaggio delle vetture, irrigazione giardini, etc.)	U			
	Restrizioni per l'irrigazione di colture annuali		A		
	Modifiche nelle tariffe	U	A	I	R
	Razionamento delle erogazioni	U	A	I	R
Aumento della disponibilità idrica	Miglioramento della efficienza dei sistemi idrici (ricerca perdite, nuove regole di esercizio, etc.)	U	A	I	
	Utilizzo di fonti idriche d'emergenza (risorse di bassa qualità e/o alto costo)	U	A	I	R
	Maggiore prelievo dagli acquiferi o utilizzo di riserve idriche sotterranee	U	A	I	
	Uso di risorse destinate in condizioni normali a scopi ricreativi o ecologici	U	A	I	R
Minimizzazione degli impatti	Riallocazione temporanea delle risorse idriche	U	A	I	R
	Indennizzi pubblici per compensare i danni	U	A	I	
	Riduzione delle tasse o proroga dei termini di riscossione	U	A	I	
	Aiuti pubblici per la stipula di assicurazioni		A		

Tabella 5.3: Misure di mitigazione delle siccità di lungo termine (adattato da Rossi, 2017)

Categoria	Azioni di lungo termine	Settori coinvolti			
		U	A	I	R
Riduzione della domanda	Incentivi economici per il risparmio idrico	U	A	I	R
	Tecniche agronomiche per la riduzione dei consumi idrici		A		
	Introduzione di colture meno idroesigenti		A		
	Rete di distribuzione idrica urbana duale	U			
	Riciclo delle acque nelle industrie			I	
Aumento della disponibilità idrica	Reti di adduzione per scambi bidirezionali (tra diversi sistemi di approvvigionamento)	U	A	I	
	Riutilizzo di acque reflue depurate		A	I	R
	Trasferimenti intra- e inter-bacino	U	A	I	R
	Costruzione di nuovi serbatoi o incremento della capacità di quelli esistenti	U	A	I	
	Costruzione di piccoli invasi all'interno delle aziende agricole		A		
	Dissalazione di acque salmastre o marine	U	A		R
	Controllo delle perdite per infiltrazione ed evaporazione (negli invasi)	U	A	I	
	Misure per l'aumento della resilienza delle reti di distribuzione idrica	U			
Riduzione degli impatti	Attività di sensibilizzazione per migliorare la preparazione alla siccità e per il risparmio idrico sostenibile	U	A	I	
	Riallocazione delle risorse idriche basata sui requisiti qualitativi	U	A	I	R
	Sviluppo di sistemi di allerta precoce	U	A	I	R
	Implementazione di un Piano di emergenza per le siccità	U	A	I	R
	Programmi assicurativi		A	I	

U= urbano; A= agricolo; I= industriale; R= ricreativo

La scelta tra le misure di mitigazione delle siccità, come peraltro tra varie alternative di gestione delle risorse idriche, può essere convenientemente effettuata sulla base di un confronto economico, previo un preventivo giudizio di fattibilità tecnica. Con l'affermarsi del principio generale della sostenibilità, come suggerito dalla Commissione Brundtland (WCED, 1987), anche nel settore idrico è apparso necessario ampliare i criteri da adottare nel processo decisionale. In effetti, le finalità di una gestione sostenibile delle risorse idriche dovrebbero comprendere le nuove prospettive di integrità ambientale e di equità sociale assieme a quelle di funzionalità tecnica e di efficienza economica, già contenute nel concetto di gestione integrata delle risorse idriche. In modo analogo, l'orizzonte temporale al quale riferire le conseguenze degli interventi dovrebbe essere scelto tenendo conto delle esigenze delle generazioni future e le procedure per l'implementazione delle misure dovrebbero essere riviste al fine di promuovere la partecipazione di tutti i soggetti interessati (*stakeholders*) al processo decisionale.



Questo ampliamento dei criteri di gestione delle risorse idriche sollecita l'uso di metodologie, quale l'analisi multicriteriale, che possono servire da supporto ai processi decisionali mediante il confronto e l'ordinamento di alternative che presentano impatti complessi e multidimensionali. Nel solco del lavoro pionieristico di Duckstein (1983), l'analisi multicriteriale è stata applicata con successo alla scelta di insiemi di misure di mitigazione strutturali e non strutturali per la mitigazione del rischio di deficienza idrica. L'analisi multicriteriale può essere condotta anche utilizzando i risultati dell'applicazione della tecnica di simulazione Montecarlo precedentemente illustrata (v. cap. 4). A titolo di esempio, un simile approccio è stato applicato al fine di valutare combinazioni alternative di misure a breve e lungo termine per affrontare il rischio di deficienza idrica in alcuni sistemi di approvvigionamento idrico quale quello di Palermo (Munda et al., 1998), del Simeto (Rossi et al., 2005), e del Flumendosa-Campidano (Rossi et al., 2006).

Le esperienze dei gestori nell'affrontare le siccità del 2017, riflettono quanto finora illustrato in linea generale nel presente paragrafo. Sebbene in molti casi, le siccità siano state affrontate dai gestori con varie misure di tipo emergenziale, il loro verificarsi ha favorito lo sviluppo di una maggiore consapevolezza degli impatti e della necessità di passare ad un approccio basato sulla gestione del rischio. Ad esempio, un provvedimento emergenziale molto frequente, soprattutto in sistemi di approvvigionamento con un limitato grado di interconnessione tra le fonti, è la fornitura di acqua attraverso autobotti, navi cisterna e serbatoi fissi, che comporta costi piuttosto elevati. Anche frequente è il ricorso temporaneo a fonti lievemente contaminate, con l'impiego di sistemi di potabilizzazione temporanei. Di fondamentale importanza in questo caso è il monitoraggio costante della qualità dell'acqua prodotta dall'impianto, al fine di assicurare che le concentrazioni di metalli pesanti (e.g. arsenico) si mantengano al di sotto delle concentrazioni limite tollerabili dall'uomo. Questione più delicata sembra invece il ricorso all'acqua di mare, con la costruzione di impianti di dissalazione, principalmente a causa delle questioni dello smaltimento delle acque di lavaggio delle membrane e della necessità di garantire una qualità adeguata all'acqua immessa in rete. In ogni caso sulla scelta di utilizzare un impianto di dissalazione, come misura di emergenza, occorre il coinvolgimento di tutti i soggetti interessati istituzionali e non. In questo senso, idonee campagne informative di sensibilizzazione agli impatti delle siccità e a un uso più parsimonioso della risorsa idrica, possono permettere, oltre che un notevole risparmio di acqua, una maggiore consapevolezza nell'uso di fonti non convenzionali. Fondamentale si è dimostrato, in alcune esperienze, anche il ruolo degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici, che hanno consentito di coordinare i numerosi portatori di interesse, con notevoli benefici economici nella gestione dell'emergenza.

A parità di severità meteorologica, gli impatti della siccità sembrano essersi dimostrati più limitati in sistemi di approvvigionamento con un grado di interconnessione tra le fonti piuttosto elevato e con sistemi di monitoraggio e telecontrollo tecnologicamente avanzati. L'interconnessione rende infatti, a parità di risorsa complessiva disponibile, meno vulnerabili i sistemi di approvvigionamento nei confronti delle siccità, soprattutto per sistemi che servono aree geografiche molto ampie con una bassa probabilità di essere tutte contemporaneamente interessate dalle siccità. Molti gestori hanno incluso nella loro pianificazione infrastrutturale, come misura a lungo termine, la realizzazione di adduttori per la connessione delle varie fonti. Altra misura a lungo termine molto importante e trasversale ai gestori è la ricerca e la riduzione delle perdite volumetriche, che a volte raggiungono il 70% dell'acqua immessa nell'acquedotto. L'aumento della disponibilità della risorsa va sempre accompagnato da idonee azioni di educazione ad un uso sostenibile della risorsa idrica, al fine di evitare che essa sia assorbito da un aumento delle domande in periodi non siccitosi (indotto proprio dalla maggiore disponibilità), che renderebbe vani i cospicui investimenti necessari.

## 5.3 Criteri di implementazione delle misure di mitigazione

Un elemento di particolare importanza per attuare una efficace mitigazione degli impatti della siccità riguarda le modalità di implementazione delle misure necessarie nelle varie fasi di sviluppo di un evento di siccità. Preliminarmente, è opportuno ribadire che la scelta di tali misure deve tenere conto di due diverse priorità: la prima riguarda la garanzia di un approvvigionamento adeguato di acqua per l'uso domestico, per la salute pubblica e per la sicurezza, mentre la seconda è orientata alla minimizzazione degli effetti negativi della siccità sull'economia, sull'ambiente e sul benessere sociale. L'implementazione delle misure di mitigazione dipende dal livello di rischio di deficienza idrica da valutare sulla base degli indici forniti da un accurato monitoraggio sia delle variabili meteorologiche, sia dello stato delle disponibilità idriche superficiali e sotterranee.

A titolo di esempio, le **Figure 5.2 e 5.3** mostrano le proposte sviluppate nell'ambito del progetto MEDROPLAN. In particolare, la **Figura 3** riporta gli indicatori del sistema di monitoraggio e gli obiettivi da perseguire per ciascuna delle fasi di intervento identificata sulla base del livello di rischio. La **Figura 4** elenca le tipologie di misure da adottare nelle condizioni di pre-allarme, allarme ed emergenza. La situazione di *pre-allarme*, dichiarata quando il sistema di monitoraggio indica uno stadio iniziale dello sviluppo della siccità, è connessa ad un rischio moderato che le riserve idriche accumulate nel sistema idrico non siano sufficienti a far fronte alle domande idriche.

L'obiettivo di gestione di questa fase di percezione iniziale del fenomeno siccitoso è quello di essere pronti all'eventualità di una siccità, assicurando il consenso pubblico sull'adozione di eventuali misure di mitigazione mediante l'individuazione degli impatti possibili sulla società. Pensate allo scopo di evitare situazioni di allarme o di emergenza, le azioni prese in considerazione nello scenario di pre-allarme sono generalmente di natura indiretta, vengono attuate volontariamente dagli stakeholder e presentano un costo solitamente basso. Gli interventi principali individuati in questa fase riguardano essenzialmente la comunicazione e la sensibilizzazione degli stakeholder, l'intensificazione del monitoraggio (ad es. con la creazione o l'attivazione di appositi comitati per affrontare la siccità) e la valutazione di scenari futuri, soprattutto quelli peggiori.

Lo scenario di *allarme*, dichiarato quando il monitoraggio mostra una siccità in arrivo con impatti inevitabili in caso di mancata attivazione di misure di mitigazione, implica una significativa probabilità del verificarsi di deficit idrici in un breve orizzonte temporale. L'obiettivo di gestione relativo a questo livello di rischio è legato al superamento della siccità evitando la situazione di emergenza attraverso politiche di conservazione dell'acqua e individuazione di fonti idriche integrative al fine di garantire l'approvvigionamento idrico. A differenza di quelle da adottare nello scenario di pre-allarme, le misure prese in esame in questa situazione sono generalmente di natura diretta, coercitive per gli stakeholder e presentano generalmente un costo di implementazione medio-basso che può avere impatti significativi sull'economia degli stakeholder. Di natura generalmente non strutturale, e diretti a specifici usi idrici, tali interventi prevedono razionamenti parziali per gli usi dell'acqua, ad eccezione di quella ad uso potabile, e cambiamenti nella gestione delle risorse, anche con la limitazione dei diritti degli utenti e delle priorità relative alle condizioni normali.

L'ultimo scenario individuato è quello relativo ad una situazione di *emergenza*, che viene dichiarata quando gli indicatori di siccità mostrano l'avvenuto verificarsi degli impatti, mentre l'approvvigionamento non è più garantito se la condizione di siccità persiste. In questo caso, l'obiettivo di gestione è relativo alla minimizzazione dei danni, mentre la priorità prefissata è quella di poter garantire l'approvvigionamento potabile in primo luogo e successivamente quello agricolo. Le misure da adottare nella fase di emergenza presentano alti costi economici e sociali, sono di natura diretta e restrittiva e generalmente vengono approvate come azioni di interesse generale sotto condizioni di emergenza. Tali misure eccezionali includono principalmente interventi di natura non strutturale (ad es. razionamenti idrici, indennità, ecc.).

Figura 5.2: Indicazioni del sistema di monitoraggio e obiettivi delle azioni da adottare per i diversi livelli di rischio di deficienza idrica (MEDROPLAN, 2007)

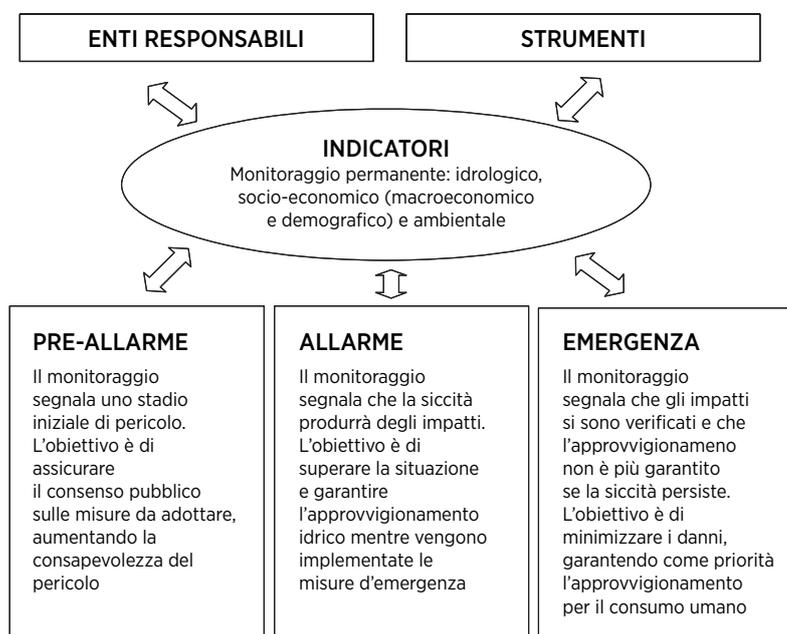
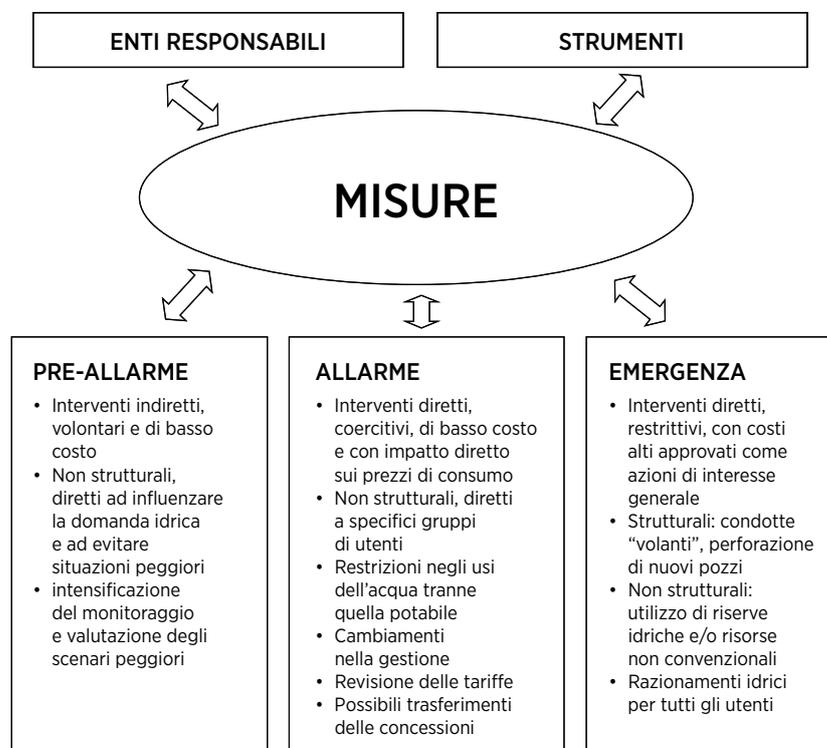


Figura 5.3: Interventi per la mitigazione degli effetti delle siccità corrispondenti ai diversi livelli di rischio di deficienza idrica (MEDROPLAN, 2007)



Tra le recenti esperienze italiane orientate all'adozione di tale tipologia di approccio, è da menzionare quella relativa all'Autorità di Bacino del Po durante la gestione delle recenti siccità. In particolare, l'adozione del Piano del Bilancio Idrico nel 2015 ha consentito di migliorare la coo-

perazione già avviata in occasioni di precedenti siccità tra gli organismi responsabili per la gestione delle risorse idriche e i portatori di interesse, al fine di minimizzare gli impatti delle deficienze idriche. Elemento essenziale di tale piano è la valutazione delle risorse idriche disponibili durante la primavera e l'estate per l'ottimizzazione della ripartizione tra i diversi usi e la riduzione del rischio di deficienza idrica nei mesi di maggior consumo. A tal fine, è stato implementato un sistema di monitoraggio ed allertamento in grado di considerare anche gli effetti delle siccità sulla qualità delle risorse idriche superficiali. Il sistema è basato su quattro livelli operativi cui corrispondono l'attivazione di diverse misure:

- *Assenza di criticità*: monitoraggio delle condizioni meteo-climatiche e dello stato delle risorse idriche disponibili sulla base di quanto previsto dal Piano del Bilancio Idrico
- *Criticità ordinaria (vigilanza)*: rafforzamento del monitoraggio e definizione delle misure orientate al risparmio idrico con particolare riferimento agli usi irrigui;
- *Criticità moderata*: monitoraggio intensificato e attivazione di misure di gestione delle domande anche attraverso restrizioni;
- *Criticità elevata*: monitoraggio ulteriormente intensificato, implementazione di misure per garantire i servizi essenziali, contenere i disagi per la popolazione e minimizzare gli impatti sullo stato di qualità dei corpi idrici e sugli ecosistemi naturali; attivazione di misure di emergenza sotto la responsabilità della Protezione civile.

Le esperienze a livello nazionale e internazionale confermano che l'individuazione di opportuni livelli di rischio (pre-allarme, allarme ed emergenza), connessi con differenti insiemi di interventi, rappresenti un valido strumento per i decisori. Sebbene le recenti siccità in Italia abbiano portato alla progressiva adozione di strategie di mitigazione delle siccità basate sulla gestione del rischio, rimangono tuttavia alcune questioni aperte, che richiedono ulteriori sforzi futuri sia a livello di ricerca che a livello normativo e decisionale:

- Una migliore comprensione del fenomeno della siccità in grado di migliorare la qualità delle previsioni anche ad una scala medio-lunga (ad esempio, mediante il ricorso a indici descrittivi delle anomalie nella circolazione dell'atmosfera), tenendo anche conto delle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla frequenza e la severità delle siccità;
- Un'attenta analisi delle esperienze passate al fine di individuare buone pratiche nella gestione del rischio di deficienza idrica, possibilmente in relazione alle diverse tipologie dei sistemi di approvvigionamento idrico;
- Una più precisa valutazione degli impatti economici, ambientali e sociali delle siccità e la definizione di criteri di scelta delle misure di mitigazione, preferibilmente basata su tecniche multicriteriali;
- Lo sviluppo di modelli di supporto alle decisioni in grado di fornire informazioni facilmente comprensibili a livello dei responsabili delle decisioni e della popolazione;
- Un maggior coinvolgimento dei cittadini e dei portatori di interesse in tutte le fasi della gestione del rischio di siccità, in grado di favorire in maniera efficace l'attuazione delle misure, nonché di ridurre potenziali conflitti tra i diversi utilizzatori della risorsa idrica;
- Un'attenta valutazione della opportunità di migliorare le prescrizioni normative, attualmente vigenti nella legislazione italiana, in particolare riguardo all'obbligo di accompagnare il Piano di gestione del distretto idrografico con un Piano di gestione della siccità per ambiti territoriali più limitati (ad es gruppi di bacini e/o porzioni di Regioni) e all'obbligo per i soggetti gestori di sistemi di approvvigionamento idrico civile (sopra una fissata soglia di abitanti) di predisporre dei piani di misure di mitigazione del rischio con interventi strutturali a lungo termine (anche ricorrendo a tecnologie innovative), in parallelo ai Piani di misure di emergenza di competenza della Protezione civile.

6

## 6. GLI IMPATTI SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE DURANTE LE CRISI IDRICHE

### 6.1 Effetti dei cambiamenti climatici e di eventi estremi sulle risorse idriche

Il primo rapporto WHO UNFCCC *“Climate and health country profile for Italy”* (WHO UNCCC, 2017) l’egida della Organizzazione mondiale della Salute (OMS) e della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), rappresenta una base scientificamente solida per acquisire da parte delle politiche nazionali e delle comunità locali la consapevolezza sull’impatto che i cambiamenti ambientali e climatici in uno scenario di breve e medio periodo stanno esercitando sulle nostre condizioni sociali e di salute. Presupposto, questo, per definire azioni adeguate nelle politiche di prevenzione, sorveglianza e risposta rapida alle emergenze e per aumentare la resilienza dei sistemi socio-sanitari e ambientali per una prevenzione continua, estesa e sostenibile, finalizzata agli obiettivi indifferibili e indifferenziabili di protezione della salute umana e del pianeta. Nel rapporto si evidenzia come l’impatto sulle risorse idriche e sul ciclo idrico integrato di cambiamenti climatici estremi, tra i quali in particolari trend di aridità in determinate regioni e eventi siccitosi estremi, si riflettano in molteplici rischi sanitari diretti e indiretti.

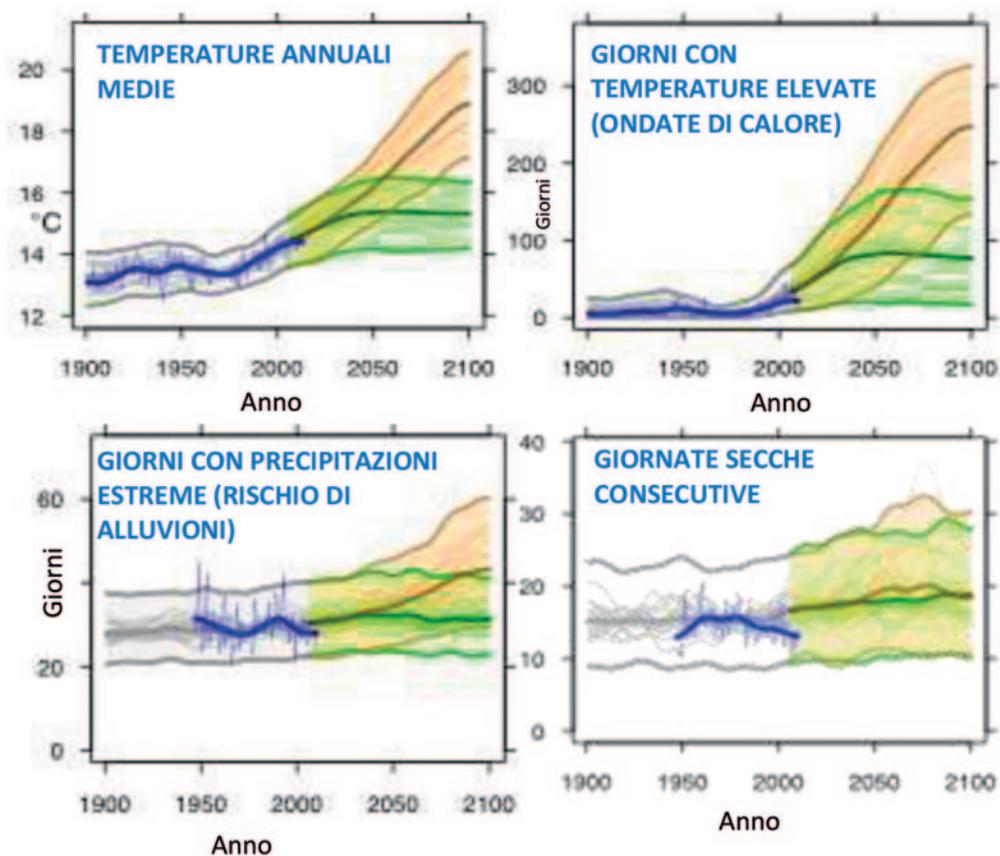
Dai dati del rapporto emerge che l’Italia utilizza in media tra il 30% e il 35% delle sue risorse rinnovabili, per cui è considerato un paese a stress idrico medio-alto. Tra il 2017 e 2018 è stato richiesto stato di emergenza da 6 regioni su 20 per carenze idriche (v. **Tab. 8.1**): comunità storicamente mai interessate da scarsità di risorse idriche sono state colpite da limitazioni di accesso all’acqua e ai servizi igienici, e problemi di qualità della risorsa per il consumo umano, con potenziali rischi sanitari. Di contro, nello stesso periodo, episodi di eccezionale piovosità hanno compromesso l’idoneità al consumo delle acque in molte aree del Paese: nella provincia del Bellunese, le inondazioni del novembre 2018 hanno compromesso l’accesso all’acqua potabile per diversi mesi a migliaia di persone.

Le proiezioni indicate in **Figura 6.1** su scala nazionale presentano i rischi climatici nell’ambito di uno scenario ad alte emissioni e basse emissioni: in uno scenario ad alte emissioni caratterizzato da giornate secche consecutive, il periodo di siccità più lungo dovrebbe aumentare da una media di circa 30 giorni a una media di circa 45 giorni. Se le emissioni globali diminuiscono rapidamente, vi è solo un piccolo cambiamento nella durata dei periodi di siccità. Il trend di fenomeni di siccità del modello Italiano è in linea con gli scenari degli anni recenti che vedono un aumento di frequenza e gravità dei fenomeni in molte altre regioni del mondo, non solo dell’area Mediterranea, a causa della maggiore variabilità delle precipitazioni e degli aumenti di temperatura associati ai cambiamenti climatici.

Dal punto di vista nazionale, gli effetti già evidenti del clima e le proiezioni di medio - lungo periodo si correlano a una maggiore ricorrenza e impatto di fenomeni acuti e trend già caratterizzati (ad es., l’intrusione salina nelle aree costiere) nel Paese, combinati ad effetti che insistono in molti casi su storiche deficienze e obsolescenze infrastrutturali dei sistemi idrici e si combinano a condizioni ambientali critiche, dovute a fenomeni post-industriali in aree vaste o inquinamenti in aree urbane. Deve comunque rilevarsi che, nel caso di valutazioni di rischio su eventi siccitosi, l’esame di dati aggregati su scala nazionale assume un valore limitato, sia per la plausibilità dei dati probabilistici

riferiti a specifici contesti territoriali e climatici, che per le ricadute in termini di impatto, legate alle caratteristiche ambientali e sociali dei territori e alla resilienza degli specifici sistemi idrici.

Figura 6.1: Rischi climatici nell'ambito di uno scenario ad alte emissioni (Representative Concentration Pathway 8.5 – RCP8.5; in giallo) e nell'ambito di uno scenario a basse emissioni (RCP 2.6; in verde) (WHO UNCCC, 2017). I cambiamenti previsti sono elaborati in base alle medie calcolate su circa 20 modelli (linea spessa). Le figure mostrano ogni modello considerato individualmente, con il relativo range al 90% (area ombreggiata) come misura d'incertezza e, ove possibile, la media mobile annuale osservata (in blu) (WHO UNCCC, 2017).



## 6.2 La prevenzione e il controllo integrato

L'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi idrici si innesta in una dinamica estremamente complessa in cui l'equilibrio tra produzione/consumo di energia, acqua e alimenti è sempre più squilibrato da fenomeni ambientali e sociali, con effetti spesso sinergici che impattano sulla disponibilità e richiesta idrica rivestendo caratteristiche di crisi in molti territori (**Fig. 6.2**).

La mitigazione e, di più immediato interesse per i sistemi idrici, l'adattamento ai cambiamenti climatici, compresa, in particolare, la gestione di eventi di scarsità d'acqua e siccità, sono da inserire in un vasto contesto di azioni strategiche e politiche globali, europee e nazionali di natura inter-settoriale che, tra l'altro, definiscano strumenti per garantire che i piani di gestione dei distretti idrografici tengano conto e affrontino le tematiche climatiche, identifichino misure efficaci per migliorare l'efficienza idrica nel settore agricolo, industriale e civile, nei nuclei domestici e negli edifici,

potenzino la capacità di stoccaggio idrico degli ecosistemi e dei sistemi idrici in Europa (Libro Bianco “ L’adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo “, 2009).

Figura 6.2: Modificato da “Illustrazione schematica dei nessi acqua.energia.alimenti” (International Renewable Energy Agency, 2015).



Sul piano nazionale, per far fronte allo scenario della riduzione della qualità e quantità di risorse idriche, l’Italia sta rafforzando la sua visione strategica nel settore idrico, con una politica nazionale a sostegno delle autorità regionali e locali per la gestione delle risorse idriche e per la classificazione della qualità dell’acqua. Tuttavia, ogni sviluppo nel settore dell’approvvigionamento idrico e dei servizi igienico-sanitari deve far fronte ai gravi problemi dell’inadeguatezza e invecchiamento delle infrastrutture di acque potabili e acque reflue. Su queste basi, all’interno del Country Profile Climate and Health (WHO UNCCC, 2017) sono definite le seguenti azioni strategiche, alcune delle quali già in corso di implementazione:

- promuovere la naturale conservazione delle risorse idriche, il riutilizzo delle acque, gli investimenti nella ristrutturazione delle reti e delle infrastrutture idriche tramite lo sviluppo di politiche olistiche, e una strategia per aggregare le autorità di sorveglianza e le società di gestione delle acque, usando anche strumenti economici, come le politiche tariffarie;
- promuovere un uso efficiente delle acque in tutti i settori e garantire la fornitura e l’approvvigionamento sostenibile delle acque per far fronte alla carenza idrica nel medio e lungo termine, anche adottando tecnologie avanzate come la desalinizzazione;
- rafforzare lo sviluppo delle capacità relative alla resilienza al cambiamento climatico nella gestione idrica, specialmente per quanto riguarda il controllo delle inondazioni e delle siccità;
- promuovere politiche intersettoriali, regionali e locali per sostenere e accrescere la resilienza dei sistemi di approvvigionamento, trattamento, stoccaggio e distribuzione idrica, assicurando un’adeguata conoscenza e attuazione delle pratiche igienico-sanitarie;
- sostenere l’adozione e l’attuazione di un approccio basato sul rischio nel settore idrico e dei servizi igienico-sanitari (per esempio, piani di sicurezza dell’acqua, PSA (Bucchignani et al., 2015), piani di sicurezza igienico-sanitari), inclusa la valutazione e la gestione del rischio delle malattie veicolate dall’acqua, l’uso di sistemi di allerta precoce, basati su previsioni relative alla distribu-

- zione dei patogeni, sull'identificazione e monitoraggio dei contaminanti classici e emergenti;
- sostenere il monitoraggio di sostanze nocive biogeniche, incluse le fioriture algali e relativa produzione tossica negli ambienti acquatici (Zollo A.L. et al., 2015; EURO-CORDEX; Bogialli S. et al., 2012; Lucentini L. et al., Rapporti ISTISAN 14/20);
  - sostenere lo sviluppo e il miglioramento delle tecnologie e dei metodi per garantire un approvvigionamento sicuro ed economico dell'acqua potabile in quantità e qualità sufficienti (come le tecnologie di desalinizzazione nell'approvvigionamento idrico per necessità contingenti).

Nel quadro sopra richiamato che vede la prevenzione e la risposta ai fenomeni di siccità inquadrata in una serie di politiche di ampio respiro di medio-lungo periodo, il potenziamento delle misure di adattamento e resilienza dei sistemi idrici e delle filiere idro-potabili negli specifici territori può essere notevolmente potenziato per controllare gli impatti sulla disponibilità di risorsa idrica e qualità dell'acqua distribuita, attraverso l'adozione dei Piani di Sicurezza dell'Acqua (PSA), con azioni efficaci anche nel breve-medio periodo. Tale approccio verrà descritto nei seguenti paragrafi.

### 6.3 Piani di Sicurezza dell'Acqua e controllo dei parametri qualitativi in eventi siccitosi

L'applicazione ai sistemi idrici di un modello internazionale di analisi di rischio sistematica – noto come PSA, Piani di Sicurezza dell'Acqua, che traspone l'approccio OMS dei *water Safety Plans*, di recente introduzione sul piano normativo nazionale per la qualità delle acque destinate al consumo umano come recepimento della Direttiva 2015/1787/CE, rappresenta l'approccio di elezione per il controllo delle crisi idriche e di possibili fenomeni di contaminazione delle acque destinate a consumo umano, anche durante scenari emergenziali correlati a cambiamenti climatici come eventi siccitosi. Secondo le *Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plans* (Lucentini L. et al., Rapporti ISTISAN 14/20), cui si rimanda per ogni approfondimento, l'implementazione dei PSA all'intera filiera idro-potabile dalla captazione fino alla fornitura delle acque per il consumo umano **figura 6.3** è articolato in tre fasi concettualmente diverse ancorché tra loro strettamente integrate.

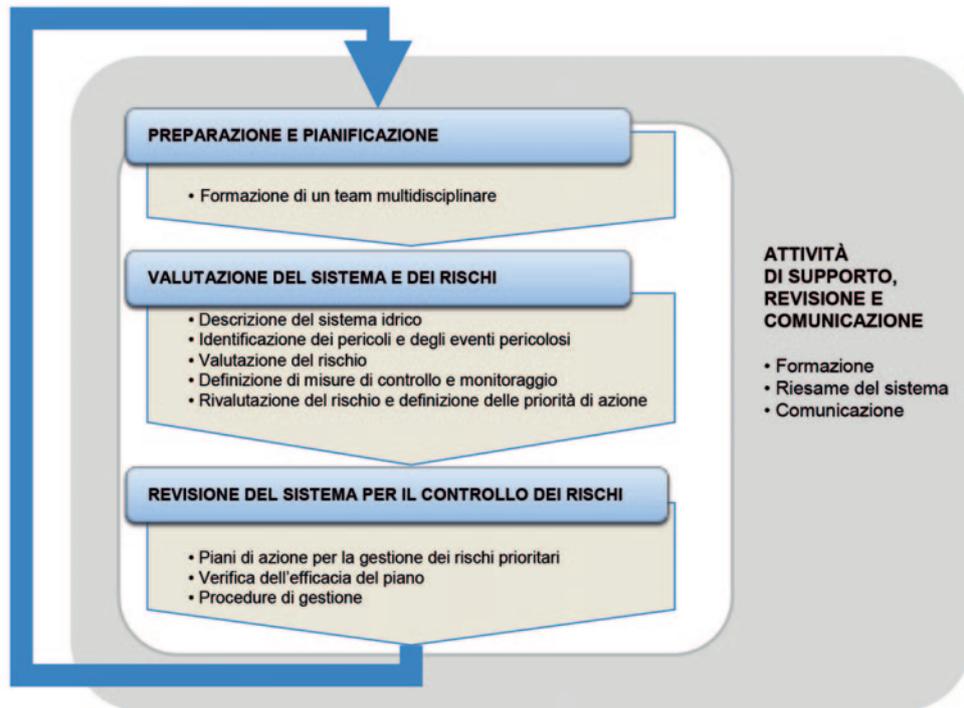
Infatti, in generale, in condizioni ordinarie, la sicurezza e la qualità dell'approvvigionamento di acqua potabile è adeguatamente garantita dall'insieme di misure di controllo adottate nei sistemi idrici, basate sempre più frequentemente sull'utilizzo di tecnologie avanzate sotto la sorveglianza delle autorità competenti. Fenomeni di variazioni climatiche e ambientali come eventi siccitosi più o meno intensi e estesi nel tempo possono comportare una riduzione delle disponibilità di risorse superficiali e sotterranee, con impatto sulla fornitura idrica ma anche una alterazione delle caratteristiche qualitative dell'acqua di approvvigionamento, dell'efficienza dei trattamenti di potabilizzazione con effetti indiretti sulla fattibilità tecnica e sostenibilità economica dei sistemi di trattamento e di distribuzione delle acque. L'impatto sul servizio idrico degli eventi climatici avrà entità diversa a seconda del grado di preparazione e resilienza del sistema idrico e della filiera idro-potabile nel prevenire e rispondere a fenomeni sempre più plausibili.

In tale contesto, con finalità di prevenzione, il PSA consente di valutare e gestire i rischi correlabili ai cambiamenti climatici caratterizzati da eventi siccitosi considerando molteplici diversi scenari ambientali e climatici, le implicazioni sulla quantità e qualità delle risorse idriche captate, l'impatto sui trattamenti e la distribuzione, e definendo anche appropriate misure per prevenire e tenere sotto controllo i rischi.

Infatti, la flessibilità che caratterizza le varie fasi di un PSA ne facilita l'utilizzo da parte dei gestori idrici, come strumento per controllare anche eventi meteorologici estremi.

Nell'ambito del presente manuale, vengono quindi di seguito sinteticamente introdotti alcuni elementi specifici di analisi di rischio correlati a eventi siccitosi, articolati nei diversi steps di implementazione del PSA.

Figura 6.3: Rappresentazione schematica delle fasi di un PSA (Lucentini L. et al., Rapporti ISTISAN 14/20).



### 6.3.1 Formazione del team di PSA

Il *team* del PSA deve presentare caratteristiche di multidisciplinarietà con conoscenza ed esperienza diretta nella gestione dei sistemi idro-potabili, costituito dal gestore idrico, dagli operatori del sistema di approvvigionamento idrico, da esperti e da rappresentanti delle istituzioni sanitarie ed ambientali.

Un ampio coinvolgimento delle parti interessate nella progettazione e nell'attuazione dei PSA è essenziale per prevedere su base modellistica e statistica gli scenari climatici e gli eventi meteorologici estremi, prevedere i pericoli e i rischi, sviluppare adeguati piani di emergenza.

La necessità di includere una specifica analisi di rischio legata alla plausibilità e gravità di eventi meteorologici estremi nell'ambito del PSA richiede che il team includa un contributo di conoscenza e esperienza – sia attraverso un esperto con partecipazione stabile o come portatore di conoscenza esterno – rispetto alle caratteristiche idrogeologiche e climatiche, relative ai bacini idrografici e anche di modelli climatici generali e relativi al territorio di interesse.

Soprattutto nel caso di grandi gestori, è importante anche garantire un contributo di portatori di conoscenza sugli interventi nazionali/regionali/territoriali che regolano il risparmio di acqua negli usi agricoli e civili e la pianificazione degli interventi volti a contrastare le perdite delle reti ac-

quedottistiche, la siccità e il dissesto idrogeologico. È notevolmente utile anche l'approfondimento dei dati dell'Osservatorio permanente per gli utilizzi idrici, anche mediante un intervento estemporaneo nel team di un esperto qualificato con particolare riguardo al distretto idrografico di interesse (Mariani et al., 2018). La valutazione dei rischi dovrebbe infatti includere informazioni storiche sugli eventi passati di inondazioni e siccità, nonché proiezioni dettagliate sui cambiamenti futuri dei modelli idrogeologici. Gli esperti del sistema sanitario hanno competenze specifiche rispetto agli impatti di fenomeni negativi sulla continuità dell'approvvigionamento o la qualità dell'acqua da considerare nell'analisi.

La comunicazione tra il gestore idrico e gli esperti sanitari dovrebbe inoltre essere stabilita in una fase iniziale per (a) comprendere meglio la vulnerabilità delle strutture più sensibili del sistema sanitario (ospedali, dispensari, dispensari, punti di primo soccorso); (b) comprendere il ruolo che il sistema sanitario può svolgere nel rispondere ai casi di eventi siccitosi; (c) raccogliere informazioni sulle persone con bisogni speciali o con limitate capacità di auto-aiuto (anziani, soggetti immunocompromessi e che necessitano di un'assistenza infermieristica domiciliare prolungata)

### 6.3.2 Descrizione del sistema idrico

La descrizione del sistema idrico deve garantire che ciascun elemento del sistema venga considerato. Il team del PSA deve descrivere il sistema idrico per supportare il successivo processo di identificazione dei pericoli e di valutazione dei rischi. Descrivere le condizioni presenti e i plausibili scenari futuri che possano essere influenzati da variabili climatiche in relazione ad eventi pericolosi in modo da valutare la resilienza del sistema rispetto a variabili climatiche di picco o di trend. Uno schema completo e dettagliato del sistema idrico permette al team di conoscere quale parte del sistema potrebbe essere vulnerabile durante eventi siccitosi e di affrontare le variazioni qualitative dell'acqua migliorando anticipatamente la gestione delle risorse idriche e delle infrastrutture. Conoscere l'interconnessione dei vari sistemi idrici è fondamentale per la gestione di emergenze nel caso di impatto su un sistema idrico di un evento meteorologico estremo. Il collegamento di sistemi idrici che operano in modo indipendente l'uno dall'altro può, d'altra parte, creare ulteriori rischi per la quantità e la qualità del servizio idrico di aree vaste, a meno che tali rischi non siano stati identificati prima dell'installazione di un collegamento operativo. È quindi importante valutare anche i pericoli delle interconnessioni di emergenza e prendere tutte le misure necessarie per controllarle prima che un'eventuale emergenza richieda l'attivazione di interconnessioni. I collegamenti non sono limitati solo alle reti di distribuzione in tubature ma anche a sistemi di approvvigionamento.

È necessario raccogliere informazioni dettagliate sull'uso del suolo, identificando i potenziali rischi relativi alle varie fonti di pressioni antropiche presenti nel territorio (attività agricole, attività industriali, insediamenti umani), alle carenze infrastrutturali e dei processi di trattamento, alle catastrofi e agli eventi naturali causati dall'uomo. È importante considerare sempre che le condizioni eventi siccitosi estreme possono modificare o aggravare il rischio potenziale di un pericolo o di un evento pericoloso. Ad esempio, un sito storicamente contaminato può non presentare alcun pericolo durante le condizioni di routine, ma le piogge intense o episodi siccitosi correlati anche a emungimenti straordinari della falda possono creare un evento pericoloso con conseguente contaminazione dell'approvvigionamento idrico.

Di seguito sono elencati alcuni esempi di informazioni utili durante questa fase:

- dati storici e tendenze di eventi meteorologici estremi;
- stato delle reti di distribuzione e perdite idriche;

- affidabilità delle portate su base stagionale;
- dati storici relativi alla qualità dell'acqua;
- nuove fonti potenziali o alternative con sistemi temporanei di emergenza o utilizzabili nel breve-medio periodo (es. impianti di dissalazione);
- gestione delle risorse idriche a cura di altri enti (es. invasi per utilizzi idro-elettrici) in quanto eventi siccitosi possono causare utilizzi e manovre con potenziali impatti sul servizio idro-potabile;
- tendenze nell'utilizzo del suolo e nella crescita della popolazione che incidono sull'offerta o sulla domanda di risorse idriche;
- possibilità di riuso di acque reflue depurate per usi irrigui e civili e benefici in termini di disponibilità di risorse da destinare al consumo umano;
- altre potenziali fonti come approvvigionamenti autonomi: si tratta, in questo caso, di una serie di risorse che nel tempo possono rilevarsi fondamentali per il controllo degli eventi siccitosi.

### 6.3.3 Identificare eventi pericolosi, pericoli, valutare i rischi e identificare misure di controllo

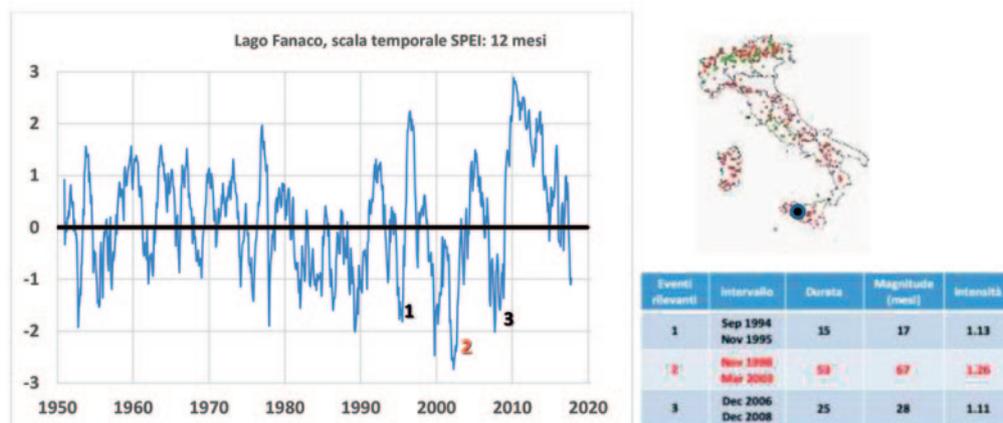
In questa fase che racchiude le componenti fondamentali del PSA, vengono definiti gli eventi pericolosi e i pericoli associati che possono interessare ogni processo della filiera idro-potabile (captazione-trattamento-distribuzione).

Una fase importante della valutazione deve considerare il rischio di siccità per il sistema idrico attraverso indicatori efficaci nel rappresentare e confrontare gravità, durata e impatto dei fenomeni. Più di 50 indici di monitoraggio e valutazione della siccità e della scarsità idrica sono stati proposti per l'osservazione di fenomeni su vasta scala come nei distretti idrografici (Mariani et al., 2018) e alcuni possono utili anche in contesti territoriali più limitati. L'utilizzo dello SPEI (Vicente-Serrano et al., 2010, Begueria et al., 2014) basato sul bilancio idrico climatico, ovvero sulla differenza tra la precipitazione e l'evapotraspirazione di riferimento, risulta particolarmente idoneo per la valutazione dell'anomalia di ricarica agli acquiferi in quanto in gran parte del territorio le precipitazioni che hanno luogo nei mesi estivi a causa delle alte temperature e degli alti tassi di evapotraspirazione non forniscono sostanziali apporti nei processi di infiltrazione al suolo. Il bilancio idrico climatico viene calcolato su varie scale temporali (generalmente 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18 mesi) ottenendo valori interpolabili con una distribuzione di probabilità log-logistica che consente di trasformare i valori originali in unità standardizzate comparabili nello spazio, nel tempo e al variare della scala temporale di riferimento.

Un evento siccitoso si verifica ogni qual volta l'indice SPEI assume valori negativi inferiori o uguali a -1 per un periodo sufficientemente lungo. L'evento inizia quando l'indice scende al di sotto dello zero e termina quando questo torna ad essere positivo. La distanza temporale tra questi due momenti rappresenta la durata dell'evento siccitoso, mentre la sommatoria di tutti i valori assoluti assunti dallo SPEI durante l'evento fornisce una stima della sua magnitudo espressa in mesi. Il rapporto tra la magnitudo e la durata dell'evento indica l'intensità media di quest'ultimo.

In **Figura 6.4** è riportato a titolo rappresentativo l'esame attraverso l'indice SPEI degli eventi siccitosi che hanno interessato l'invaso del Fanaco in Sicilia nel periodo compreso tra il 1950 e il 2018. Il diagramma mostra una serie di eventi siccitosi, di cui tre particolarmente rilevanti in termini di magnitudo.

Figura 6.4: Andamento dell'indice SPEI in corrispondenza del l'invaso del Fanaco.



Sulla base delle evidenze e delle esperienze del sistema di gestione il *team* del PSA dovrà considerare:

- eventi pericolosi che impattano su qualità e quantità delle risorse idriche;
- eventi pericolosi che impattano sulle infrastrutture;
- eventi pericolosi che impattano sui processi;
- rianalizzare le misure di controllo sulla base degli scenari impattati da cambiamenti climatici;
- considerare eventi estremi e trend prolungati.

Variabilità, cambiamento climatico e sistemi ambientali e sociali (indipendenti o in conseguenza del cambiamento climatico), possono essere associati a:

- possibili eventi pericolosi e pericoli non considerati;
- rivalutazione di rischi associati a pericoli e eventi pericolosi oggetto di precedenti considerazione nel PSA.

La **tabella 6.1** (Impatto di eventi siccitosi su parametri qualitativi dell'acqua e potenziali effetti sulla salute) elenca alcuni dei pericoli e degli eventi pericolosi tipicamente associati ad eventi meteorologici estremi di siccità e scarsità idrica.

In linea generale, durante eventi siccitosi gli impatti sulla gestione delle acque e sulla salute umana sono diversi; la diminuzione dei flussi idrici potrebbe comportare:

- un aumento della concentrazione di agenti patogeni;
- diminuzione di acqua per la diluizione degli scarichi fognari;
- intrusione di materiale organico lungo la rete di distribuzione quando la pressione del sistema scende significativamente;
- fornitura di acqua intermittente con il rischio di introduzione di contaminanti;
- riduzione dell'approvvigionamento idrico;
- abbassamento della falda freatica nelle zone costiere (minor ricarica e prelievi eccessivi) e crescente intrusione di acqua di mare che può portare alla salinizzazione delle risorse idriche disponibili.

La siccità può influire sulla proliferazione cianobatterica aumentando la disponibilità di nutrienti (maggiori concentrazioni dovute all'evaporazione delle acque superficiali in estate) e riducendo

il flusso del corpo idrico (aumentando così la superficie della stagnazione delle acque, che ne favorisce la crescita). Nel contesto dell'insorgere delle fioriture algali ma anche di contaminazioni chimiche, microbiologiche o da virus degli invasi è di particolare importanza anche l'alternarsi di eventi siccitosi a precipitazioni che possono drasticamente mobilitare pericoli dai sedimenti.

Le "misure di controllo" sono attività e processi implementati nel sistema idrico per ridurre o mitigare i rischi. Sono determinate per ciascuno dei pericoli/eventi pericolosi identificati e, ove possibile, dovrebbero prevedere ridondanza.

La determinazione e la validazione delle misure di controllo consente di valutare l'efficacia delle misure di controllo durante i cambiamenti di qualità delle acque di approvvigionamento, ad esempio la presenza di organismi patogeni e tossine algali possono rappresentare un rischio reale solo in condizioni di estrema siccità.

La definizione delle priorità di rischio consente la corretta collocazione delle condizioni meteorologiche estreme nella valutazione complessiva del rischio e, di conseguenza, l'assegnazione di risorse sufficienti per affrontare le emergenze.

### 6.3.4 Sviluppo di piani di miglioramento

I piani di miglioramento devono essere adattati per includere le sfide specifiche poste dalle condizioni meteorologiche estreme. La valutazione da parte del team del PSA di un piano di miglioramento deve considerare l'implementazione di ulteriori misure di controllo per ridurre i rischi significativi relativi al clima a livelli accettabili e che possano migliorare la gestione dei rischi correlati ad eventi siccitosi attuali o rischi futuri a medio e lungo termine.

Le misure di controllo dovranno essere programmate in contesti di breve, medio e lungo periodo, integrandosi con i piani di emergenza a livello di distretto idrografico o in ambiti interistituzionali. In particolare, l'integrazione degli aspetti rilevanti del cambiamento climatico nei PSA, tra cui i rischi associati a fenomeni di siccità, deve essere considerata:

- rispetto ai Piani di gestione di distretto (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.);
- rispetto ai Piani di prevenzione rispetto a eventi estremi (es. alluvioni).

Il partenariato del sistema di gestione idro-potabili con altri gestori e altre istituzioni per coordinare azioni e processi nazionali o regionali già esistenti, può fornire efficacemente dati e mezzi per affrontare alcuni degli impatti più ampi del cambiamento climatico nell'ambito del PSA.

Tabella 6.1: Alcuni elementi di analisi di rischio sulla filiera idro-potabile e sulla qualità dell'acqua correlabili a fenomeni di siccità.

Evento pericoloso	Pericolo	Impatti sulla filiera idro-potabile				Misure di controllo
		Risorse idriche		Trattamento	Distribuzione	
		Superf.	Sotter.			
Diminuzione di disponibilità di acqua	Diminuzione pressioni in rete: - interruzione di servizio - intrusione di contaminanti nelle reti di distribuzione - stoccaggio di acque nei locali con possibili contaminazioni - utilizzo di risorse idriche non sicure - stress idrici nelle reti per cambi di pressione/flussi e conseguenti distacchi di biofilm con elevate concentrazioni di contaminanti chimici e microbiologici	+	+	-	+	Approvvigionamenti alternativi in sostituzione/miscelazione: es. invasi, pozzi del gestore o autonomi da porre in esercizio, acque salmastre/marine asservite da impianti di dissalazione  Interconnessione di reti di distribuzione, anche con eventuali apporti idrici da altri sistemi di gestione  Adozione delle misure di emergenza a livello di distretto idrografico o in ambiti interistituzionali  Approvvigionamenti alternativi per il risparmio delle acque potabili: - riuso di acque reflue depurate per impieghi civili - ordinanze di risparmio idrico per usi non essenziali
Incremento della temperatura dell'acqua	Crescita microbica sia per condizioni ambientali favorevoli che per inadeguata disinfezione	+	-	+	+	Ottimizzare i trattamenti di potabilizzazione  Ridurre i tempi di stoccaggio del disinfettante e controllare le condizioni di conservazione
	Crescita e distacco di biofilm - patogeni opportunistici - coliformi totali - attinomiceti	+	-	-	+	Ridurre i tempi di residenza idraulica  Utilizzare disinfettanti con minore velocità di decadimento
	Incremento di sottoprodotti della disinfezione (es. trialometani, ac. aloacetici)	+	+/-	+	+	Incrementare i punti di rilancio della disinfezione
	Sviluppo cianobatteri	+	-	-	-/+	Applicazione Linee guida Istisan per la gestione dei rischi  Sistemi di allerta precoce ( <i>early warning system</i> ) per la gestione delle fioriture di cianobatteri tossici in invasi  Potenziamento sistemi trattamento
	Occlusione filtri a causa di crescita di alghe negli impianti (anche per concentrazione nutrienti), problemi organolettici	+	-	+	-	

**Tabella 6.1: Alcuni elementi di analisi di rischio sulla filiera idro-potabile e sulla qualità dell'acqua correlabili a fenomeni di siccità.**

Evento pericoloso	Pericolo	Impatti sulla filiera idro-potabile				Misure di controllo
		Risorse idriche		Trattamento	Distribuzione	
		Superf.	Sotter.			
Incremento di torbidità/ solidi sospesi a causa di diminuita diluizione, movimentazione sedimenti	Alterazioni organolettiche, contaminazione chimica e microbica, problemi di disinfezione	+	+/-	+	+	Approvvigionamenti alternativi in sostituzione/miscelazione  Potenziamento sistemi trattamento  Monitoraggio on-line torbidità
Modifica del pH	Problemi di disinfezione	+	-	+	+/-	Potenziamento sistemi trattamento
Concentrazione degli inquinanti per minore diluizione, contaminazione a causa di inadeguato trattamento di reflui concentrati	Contaminanti chimici derivanti da attività agricole  (es nitrati, antiparassitari), metalli	+	+/-	-	-	Approvvigionamenti alternativi in sostituzione/ miscelazione  Potenziamento sistemi trattamento
Incremento concentrazione contaminanti di origine geochimica a causa di elevate richieste idriche e emungimenti spinti della falda	As, F, B, U, ecc.	+/-	+	-	-	
Fenomeni di putrefazione a causa della diminuzione dell'ossigeno disciolto e instaurarsi di condizioni riducenti	Chimici: presenza metaboliti tossici  Organolettici: composti odorigeni	+	+/-	-	-	
Incremento della salinità A causa di intrusione di acque salmastre, marine, soprattutto in falde costiere	Superamento livelli di sodio e altri indicatori  Problemi organolettici e di corrosione delle reti	+	+	-	-	Approvvigionamenti alternativi in sostituzione/miscelazione Potenziamento sistemi trattamento (dissalazione)

## 6.4 Alcune Considerazioni

Garantire l'accesso a fonti sicure e assicurare quantità sufficienti di acqua per l'approvvigionamento di acqua destinate a consumo umano, anche per i servizi igienici è una fondamentale misura di prevenzione sanitaria collettiva.

Assicurare la resilienza dei sistemi idrici a condizioni di crisi per siccità e scarsità d'acqua è una priorità sanitaria oltre che sociale – in quanto attiene al diritto umano fondamentale dell'accesso all'acqua – e pertanto sono fondamentali adeguate politiche nazionali e regionali di prevenzione a sostegno del potenziamento delle infrastrutture e delle tecnologie dei sistemi idrici.

Tali politiche, definite a livello di distretti idrografici possono disegnare piani di prevenzione di medio-lungo periodo attraverso adeguate strategie e sostegno agli investimenti per servizi di gestione idro-potabile che operano nel territorio.

In questo contesto è necessario promuovere l'approccio basato sul rischio (piani di sicurezza dell'acqua) con specifica valutazione della vulnerabilità e dei rischi correlata a fenomeni di scarsità idrica, in modo da prevenire e tenere sotto controllo eventi pericolosi e pericoli prioritari.

La conoscenza di eventi avversi climatici che potrebbero compromettere la qualità delle acque destinate al consumo umano, facilita le azioni di adattamento e potenzia le azioni di contrasto sulle cause (mitigazione). Pertanto è necessario, mai come nel caso dei cambiamenti climatici, strutturare azioni preventive di largo respiro, basate su previsioni, sorveglianza, monitoraggio e comunicazioni tempestive che, sul territorio, possano consentire attività di prevenzione puntuale per evitare o ridurre gli effetti sulla salute della popolazione. In tale direzione è necessario sviluppare politiche multi-settoriali (basate su conoscenze multidisciplinari) per rispondere efficacemente agli eventi attesi, attraverso un ruolo più attivo di cittadini informati e un rafforzamento delle sinergie con diversi settori economici e sociali.





## 7. LE ESPERIENZE DEI GESTORI

### 7.1 ACEA

Acea è la società che ha gestito storicamente il sistema di approvvigionamento idrico di Roma e Fiumicino. Dal 1 gennaio 2003, in applicazione della Legge Galli, Acea Ato2 S.p.A. ha assunto il ruolo di Gestore del Servizio Idrico Integrato (potabile, fognario e depurativo) dell'Ambito Territoriale Ottimale 2 della Regione Lazio (n° 112 comuni), con una concessione di durata trentennale. Il sistema idrico romano (schema 66 del PRGA) è caratterizzato da diverse fonti di approvvigionamento, alcune delle quali site al di fuori del territorio di ATO 2 ma gestite da Acea Ato2.

La principale fonte di approvvigionamento è il sistema Peschiera – Capore. Le sorgenti del Peschiera sono site nel comune di Cittaducale (RI), mentre le sorgenti de Le Capore nel comune di Casaprota (RI), entrambe localizzate nell'ATO 3. Si tratta di sorgenti profonde, immerse in acquedotto a pelo libero, con produzione di energia elettrica presso la centrale idroelettrica di Sallisano, da dove si dipartono due Rami (Peschiera Destro e Peschiera Sinistro). I due acquedotti raggiungono la rete di Roma presso i centri idrici di Ottavia (Peschiera Destro) e di Monte Carnale (Peschiera Sinistro). Utenze comunali sono presenti su tutti i tronchi. Una derivazione dal Peschiera Destro (adduttrice Cesano – Torrimpietra – Civitavecchia) alimenta la frazione di Aranova del Comune di Fiumicino e i comuni di Cerveteri, Ladispoli, Santa Marinella e Civitavecchia.

Le sorgenti dell'Acqua Marcia, invece, sono site nei comuni di Marano Equo e Agosta, ricadenti entrambi in ATO 2. Alimentano l'acquedotto Marcio, acquisito nel 1964 a seguito della scadenza della concessione a favore della Società Acqua Pia Antica Marcia. Ad un primo tratto a pelo libero di circa 35 km, realizzati da due acquedotti paralleli (I e II Acquedotto Marcio), segue un sistema di otto condotte in pressione denominate Sifoni. Utenze comunali sono presenti su tutti i tronchi. Un'adduttrice DN 600 in derivazione dal 3° Sifone alimenta i comuni di Tivoli, Guidonia, Monterotondo, Mentana e Fonte Nuova, mentre un'altra derivazione dall'8° Sifone (adduttrice DN1.000 Mola Cavona – Santa Palomba) alimenta i comuni di Frascati, Ciampino, Marino, Pomezia e Ardea.

Nell'acquedotto Marcio si inserisce la fonte di riserva di Acquoria, che è una sorgente sita nel comune di Tivoli, da cui è possibile prelevare fino a 500 l/s.

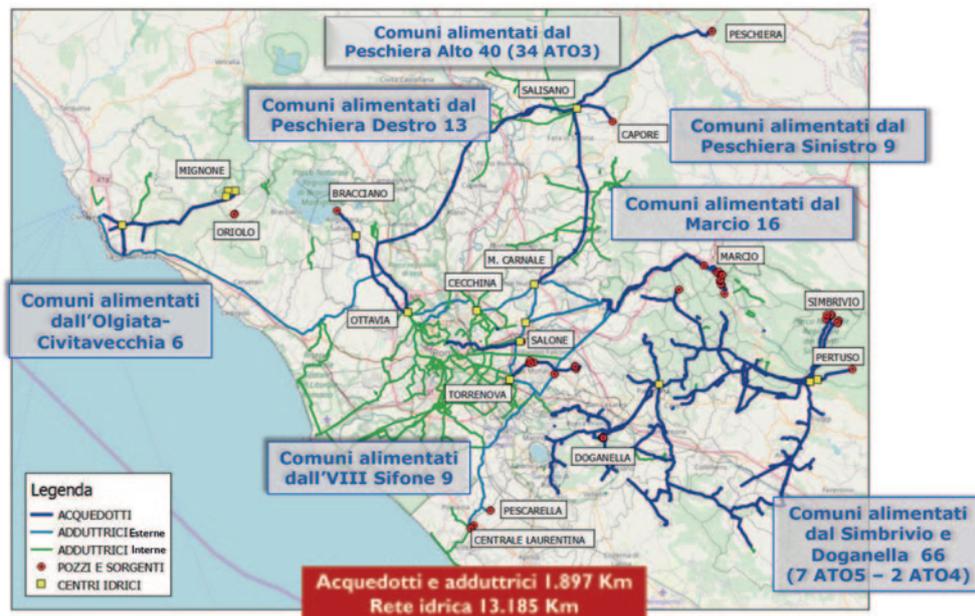
Gli acquedotti minori (Nuovo Acquedotto Vergine e Appio Alessandrino) sono alimentati da acque di falda localizzate nel comune di Roma (sorgente di Salone, pozzi di Pantano Borghese, Torre Angela e Finocchio). Complessivamente questi acquedotti forniscono una portata media di 1.150 l/s, ma in caso di necessità possono erogare fino a circa 1.600 l/s

Inoltre alcuni pozzi minori a riserva possono fornire ulteriori 100 l/s.

Il Lago di Bracciano rappresenta la principale fonte per fare fronte a situazioni di emergenza. Il Nuovo Acquedotto Bracciano è interconnesso direttamente con il sistema Peschiera – Capore e con la rete non potabile dell'acquedotto Paolo, presso il Centro Idrico di Ottavia. L'acquedotto Paolo è normalmente alimentato con le acque trattate del Tevere. A seguito dell'Ordinanza della Regione Lazio n. 0378534 del 21/07/2017 e il rigetto del ricorso al Tribunale Superiore delle Acque, non è possibile prelevare acqua dal lago senza l'autorizzazione della Regione Lazio.

Alla fine del 2018 si è aggiunto il nuovo impianto di potabilizzazione delle acque del Tevere di Grottarossa, in grado di fornire fino a 500 l/s, che sarà utilizzato esclusivamente in situazioni di emergenza.

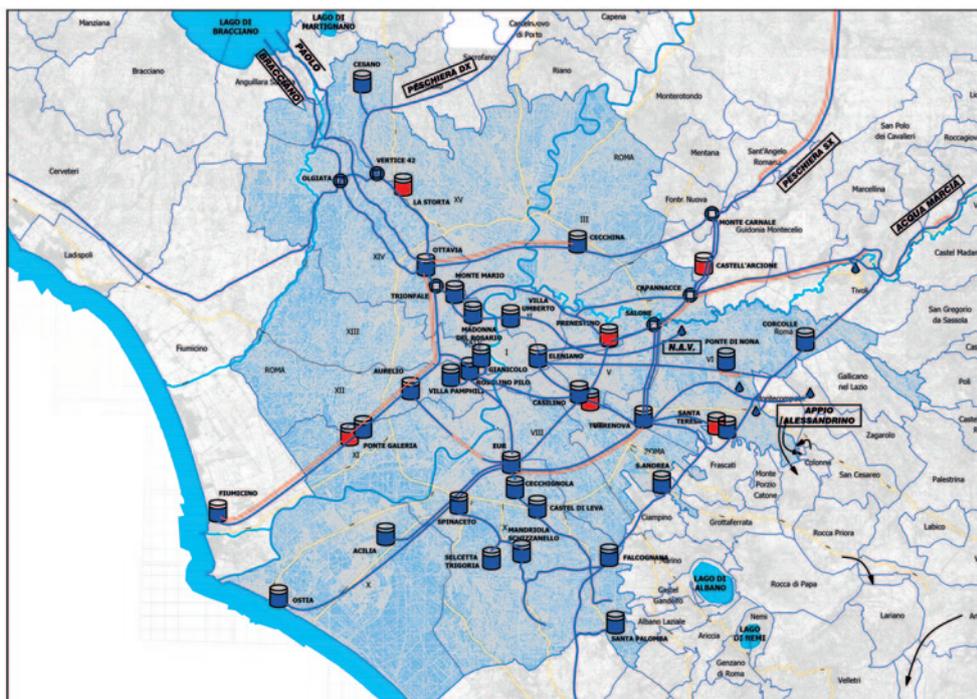
Figura 7.1: Sistema acquedottistico dell'ATO2



Gli acquedotti, attraverso la rete di adduzione, alimentano i serbatoi a servizio della città di Roma e le reti di distribuzione ad essi sottese.

La rete di adduzione è strutturata come una maglia, completamente interconnessa, con centri idrici (serbatoi e/o piezometri) e nodi in pressione. Tale configurazione consente, attraverso manovre in telecontrollo e manuali, di redistribuire la risorsa secondo le necessità in caso di fuori servizio di un acquedotto o riduzione della disponibilità da una fonte.

Figura 7.2: Schema dalla rete di adduzione di Roma



Oltre al sistema idrico di approvvigionamento romano, Acea Ato2 gestisce altri importanti sistemi acquedottistici complessi quali acquedotto del Simbrivio e della Doganella che alimentano 58 comuni nell'area a Sud - Est di Roma, l'acquedotto della Doganella che alimenta Frascati, Monte Porzio Catone, Montecompatri, Colonna, Zagarolo, San Cesareo, Rocca Priora e Palestrina, l'acquedotto Laurentino che alimenta Pomezia ed Ardea e l'acquedotto del Mignone che alimenta Civitavecchia.

Completano il sistema di approvvigionamento oltre 250 fonti minori (pozzi e sorgenti locali), per l'alimentazione delle reti di distribuzione dei Comuni ricadenti nell'area metropolitana romana. L'approvvigionamento di molti comuni serviti dall'acquedotto del Simbrivio è assicurato anche da pozzi locali.

Figura 7.3: Fonti di approvvigionamento dell'ATO2



(\*) A seguito dell'Ordinanza della Regione Lazio n. 0378534 del 21/07/2017 e il rigetto del ricorso al Tribunale Superiore delle Acque, non è possibile prelevare acqua dal lago di Bracciano, fonte emergenziale, senza l'autorizzazione della Regione Lazio.

## 7.1.1 Vulnerabilità

Le fonti di approvvigionamento del sistema idrico romano più vulnerabili alla siccità sono le sorgenti dell'Acqua Marcia, le sorgenti delle Capore ed il Lago di Bracciano.

La portata delle sorgenti dell'acquedotto Marcio può ridursi fino a 2.900 l/s a fronte di un valore medio di 4.200 l/s, mentre quella delle Capore può scendere fino a 4.200 l/s rispetto alla portata di concessione pari a 4.700 l/s.

Per quanto riguarda il lago di Bracciano, va evidenziato che, non avendo affluenti, è alimentato principalmente dalle piogge e, quindi, risente sensibilmente del fenomeno di evapotraspirazione legato alle alte temperature. In caso che il livello del lago scenda eccessivamente non è più possibile effettuare prelievi dal lago che sono comunque ammessi solo in caso di emergenza.

Per gli acquedotti minori (Vergine ed Appio Alessandrino), emungimenti elevati per periodi prolungati possono determinare abbassamenti del livello della falda tali da compromettere la disponibilità delle fonti. Per tale motivo i prelievi sono limitati per mantenere questa fonti a riserva.

Nel caso che la siccità si prolunghi per più anni, i deficit si aggrava notevolmente per il calo naturale delle sorgenti non ricaricate dalle piogge autunnali e invernali.

I sistemi acquedottistici che alimentano gli altri comuni dell'ATO2 e le fonti minori sono ancora più vulnerabili alla siccità essendo sottesi a bacini di ricarica di minore estensione.

Le sorgenti che alimentano l'Acquedotto del Simbrivio sono particolarmente soggette alla siccità, possono verificarsi riduzioni superiori al 60% della portata normale (circa 1.050 l/s).

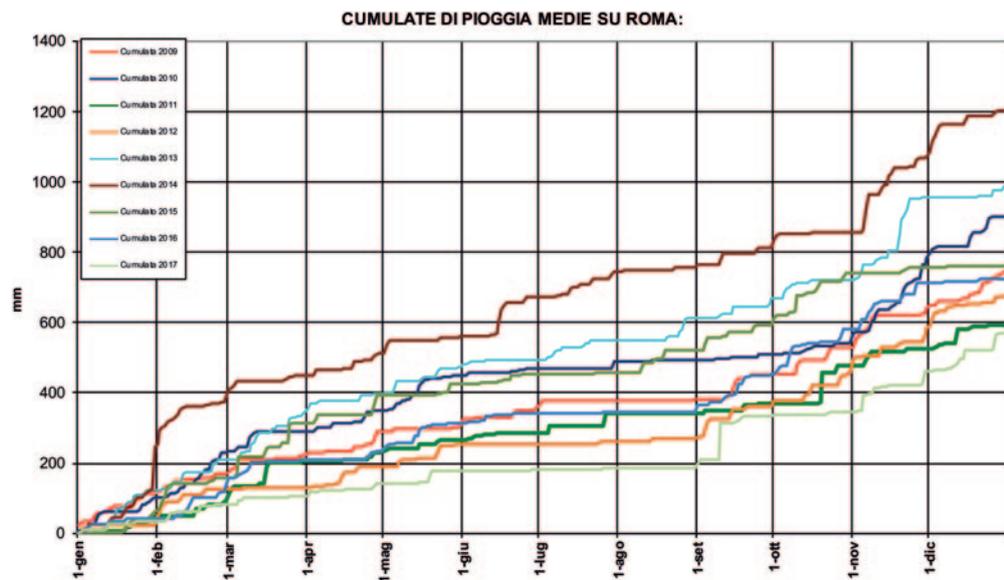
In queste circostanze anche l'acquedotto della Doganella, che alimentato da un capo pozzi situato nei Colli Albani è soggetto ad una rilevante riduzione di portata a causa dell'abbassamento della falda idrica.

Gli effetti negativi della siccità sono ancora più gravi per i 250 piccoli pozzi comunali, in particolare quelli situati nei Colli Albani, area critica dove si è verificato nei decenni un progressivo abbassamento della falda idrica a causa degli emungimenti eccessivi per uso agricolo ed industriale. Si sottolinea inoltre che le fonti locali ricadenti nelle zone vulcaniche in caso di siccità non solo risentono negativamente in termini quantitativi ma anche qualitativi. La risorsa idrica è infatti esposta al rischio di concentrazione, in tali circostanze, degli inquinanti di origine naturale quali ad arsenico e fluoro.

## 7.1.2 Crisi idrica estate 2017

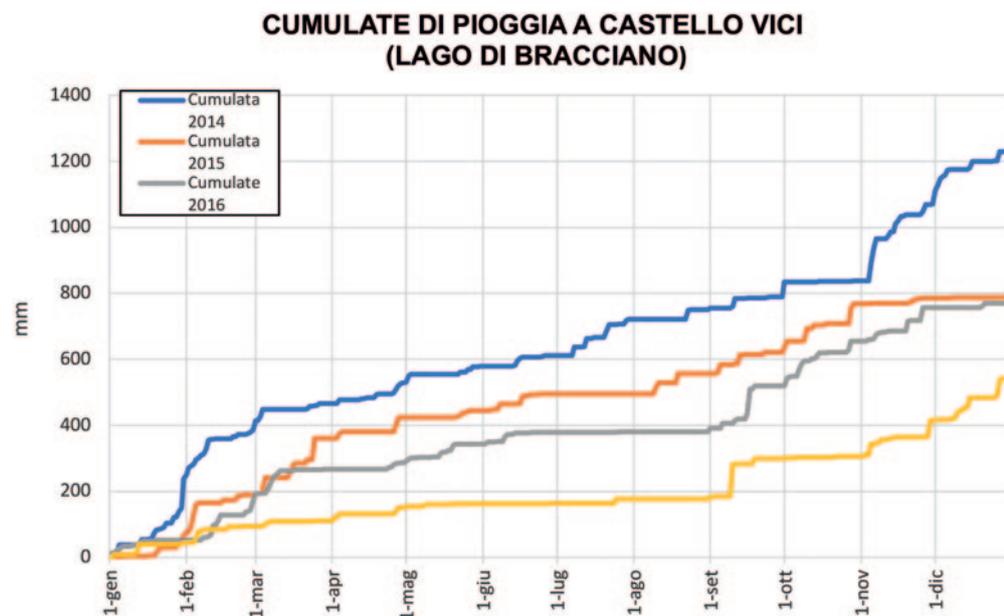
Nel primo semestre 2017 era stato registrato nel territorio dell'ATO2 il quantitativo più basso di piogge dall'anno 2009. Già nel 2016 le precipitazioni erano state scarse come si può rilevare dal grafico seguente dove è riportato l'andamento delle precipitazioni cumulate nel periodo 2009-2017:

Figura 7.4: Piogge cumulate medie a Roma



Inoltre si riporta il grafico con l'andamento delle piogge registrate in particolare dal pluviometro di Castello Vici presso il Lago di Bracciano dove, nel primo semestre del 2017, si è avuta una riduzione delle precipitazioni di circa il 68% rispetto alla media del triennio 2014-2016

Figura 7.5: Piogge cumulate a Castello Vici (Roma)



Nel medesimo periodo si sono avute scarse precipitazioni si sono avute anche l'aversante Laziale degli Appennini (30% minori della media storica) e temperature elevate che hanno accentuato l'aridità già manifestatasi nel 2016.

Le scarse precipitazioni avevano determinato la riduzione della risorsa idrica disponibile alle fonti più vulnerabili alla siccità: le sorgenti dell'acquedotto Marcio, quelle delle Capore, del Simbrivio e Doganella e della principale fonte di riserva per le emergenze costituita dal lago di Bracciano. Infatti l'abbassamento di livello del lago è stato tale le autorità Regionali hanno fatto ridurre e poi sospendere i prelievi dell'acquedotto di Bracciano con l'ordinanza n. 0378534 della Regione Lazio del 21/07/2017 per cui non è possibile prelevare l'acqua dal lago senza l'autorizzazione della Regione Lazio.

All'inizio dell'estate si temeva che si avrebbe avuto un deficit di oltre 2.300 l/s. ma grazie ad un andamento meno sfavorevole del previsto delle sorgenti dell'Acquedotto Marcio, alla fine dell'estate 2017 la disponibilità idrica complessiva per la città di Roma nel 2017 si era ridotta di 1.600 l/s rispetto al 2016, pari a circa l'11% dell'impresso nella rete di Roma e Fiumicino.

Nelle aree esterne a Roma la criticità più rilevante è stata quella nelle zone a Sud Est di Roma, alimentate dagli acquedotti del Simbrivio dove si è avuto un deficit di circa 190 l/s rispetto ad un fabbisogno di 1050 l/s e della Doganella dove la portata si è ridotta da 430 a 340 l/s con un deficit quindi di 90 l/s. Molti pozzi locali dell'area dei Colli Albani hanno avuto riduzioni anche superiori al 30% della portata emungibile. In diversi comuni tali riduzioni hanno determinato situazioni crisi e la necessità di turnazione che hanno interessato una popolazione di circa 53.000 abitanti in 23 comuni.

La riduzione di disponibilità d'acqua presso le fonti di approvvigionamento ed il contemporaneo innalzamento delle temperature con conseguente aumento dei consumi, ha determinato una situazione di grave crisi idrica che, tanto che la Regione Lazio ha dichiarato lo "stato di calamità naturale" a seguito degli eventi eccezionali di natura meteorologica verificatisi nel territorio regionale (Decreto del Presidente n. T00116 del 05/07/2017) e poi con D.P.C.M. 474 del 14/08/2017 "Primi interventi urgenti di protezione civile finalizzati a contrastare la crisi di approvvigionamento idrico ad uso idropotabile nel territorio della Regione Lazio" il Presidente della Regione è stato nominato commissario delegato per fronteggiare la crisi.

### 7.1.3 Azioni di mitigazione

Acea Ato2, per far fronte alla situazione di crisi idrica, oltre alla attivazione delle fonti a riserva disponibili, ha messo in campo azioni gestionali immediate e una serie di interventi breve termine.

### 7.1.4 Azioni immediate

#### Ottimizzazione delle pressioni nella rete di distribuzione

Attenta gestione della rete finalizzata al risparmio idrico secondo apposito programma di manovre in telecontrollo, ottimizzando le pressioni di esercizio sulle reti, con particolare riguardo alle ore notturne. La riduzione delle pressioni consente di ridurre le perdite ed i consumi.

Sono state definite una serie di procedure di manovra e realizzati degli interventi che hanno consentito di mantenere costantemente le pressioni nelle reti ai valori minimi senza provocare carenze alle utenze. Tale azione è stata particolarmente rapida ed efficace consentendo di recuperare fino a 500 l/s. nei periodi più critici.

La complessità della rete di Roma rende particolarmente difficile questa attività che viene gestita dalla Sala Operativa attiva 24 ore su 24.

### Turnazioni

In caso di deficit prolungati oltre le 48 ore è necessario attuare turnazioni per un'equa distribuzione della risorsa disponibile anche alle utenze idraulicamente sfavorite perché situate a quote più elevate ed ai piani alti degli edifici. La durata delle turnazioni deve tener conto dei tempi di manovra e ripristino della pressione nella rete per garantire l'alimentazione delle utenze idraulicamente più sfavorite. Le turnazioni non devono comportare lo svuotamento delle reti che determina l'intorbidimento dell'acqua e tempi di ripristino della distribuzione troppo lunghi a causa del rientro di aria nelle condotte (superiori alle 2 ore), generalmente deve essere mantenuta una pressione minima di circa 5-10 m.

Nella città di Roma sono state preparate turnazioni per recuperare fino 1.500 l/s medi. Le turnazioni previste erano solo notturne (23.30-6.30) in quanto è possibile accumulare l'acqua nei serbatoi di compenso della rete di Roma. Le turnazioni prevedevano abbassamento della piezometrica nella rete comprese tra i 20 ed i 40 m, mantenendo però una pressione minima di circa 10 m. Dove necessario sono state installate le apparecchiature idrauliche, elettromeccaniche ed i sistemi di telecontrollo necessari per attuarle ed è stato addestrato il personale per gestirle. Fortunatamente non è stato necessario attuare queste turnazioni, ma è stato sufficiente una attenta gestione della rete e una strategia di esercizio finalizzata al risparmio idrico secondo apposito programma di manovre in telecontrollo, ottimizzando le pressioni di esercizio sulle reti, con particolare riguardo alle ore notturne.

Invece è stato necessario attuare turnazioni della distribuzione idrica in 23 comuni soprattutto di quelli nell'area a Sud-Est alimentati dall'Acquedotto del Simbrivio e Doganella. In alcuni comuni sono state necessarie anche turnazioni diurne in quanto le reti, oltre ad essere sottodimensionate, non avevano serbatoi di compenso adeguati. Nonostante siano state attuate turnazioni prevalentemente notturne, i disagi sono stati significativi data la difficoltà di ripristino della distribuzione in reti di piccolo diametro molto estese e spesso prive di sfiati e solo parzialmente telecontrollate.

Particolare attenzione è stata posta per evitare o comunque limitare fenomeni di torbidità dell'acqua distribuita a seguito delle variazioni di condizioni di esercizio delle reti derivanti alla turnazione eseguendo attenti monitoraggi dei parametri chimico - fisici on line e controlli analitici per verificare le caratteristiche qualitative dell'acqua destinata al consumo umano, ai sensi del D.Lgs. 31/2001.

### Autobotti

Il servizio autobotti è stato riservato solo alle utenze sensibili (ospedali, strutture sanitarie ecc) ed in alcune zone per rifornire le utenze più sfavorite. Nei comuni di Roma e Fiumicino sono state utilizzate limitatamente ad alcuni casi puntuali relative principalmente ai poli ospedalieri a garanzia della alimentazione notturna, durante le manovre controllate di contenimento delle pressioni in orario notturno.

Non sarebbe possibile attuare un rifornimento generalizzato con autobotti in aree estese date le dimensioni e il numero delle persone eventualmente coinvolte: considerato un quantitativo di 20 l pro capite al giorno, sarebbero necessarie molte centinaia di autobotti che di fatto non sono disponibili né potrebbero essere movimentate sul territorio.

Complessivamente nel 2017 sono stati eseguiti oltre 8.700 interventi con un impegno fino a 30 autobotti nei periodi più critici. Gli interventi sono stati eseguiti per la gran parte nei comuni minori.



In situazioni particolari in aree extraurbane a bassa densità abitativa, sono stati utilizzati una dozzina di serbatoi mobili riempiti giornalmente con autobotti (serbatoi da 3000 l coibentati tipo case dell'acqua).

#### Utenze strategiche/sensibili

Il Comune di Roma è sede di numerose utenze strategiche, quali ad esempio poli ospedalieri, case di cura, ASL, lo Stato Città del Vaticano, ambasciate, sedi istituzionali (Senato, Camera, Quirinale, Ministeri), università, scuole, caserme, stazioni, aeroporti, etc.

Anche nell'area metropolitana romana, non strettamente nella Capitale, risiedono numerosi importanti ospedali, cliniche e centri di ricerca.

La presenza di utenze sensibili, come ospedali, strutture sanitarie, sedi istituzionali, carceri deve essere attentamente valutata verificando caso per caso l'esistenza di serbatoi di accumulo o di alimentazioni alternative. In ogni caso è opportuno evitare turnazioni o comunque interruzioni dell'approvvigionamento idrico nelle aree dove sono ubicate e comunque prevedere servizi autobotti dedicati.

#### Fontanelle

Si è stato deciso, in accordo con il comune di Roma, di chiudere temporaneamente 2300 fontanelle, i caratteristici "nasoni", ottenendo un risparmio di acqua di circa 130 l/s. L'intervento di limitata efficacia (lo 0,8% dell'impresso in rete) è stato percepito negativamente dalla cittadinanza.

#### Comunicazione e campagne di sensibilizzazione al risparmio idrico

In caso siano prevedibili situazioni scarsità idrica di siccità è importante l'informazione preventiva alle autorità locali in particolare i sindaci spiegando anche le azioni che si intende attuare per evitare la crisi o almeno minimizzare i disagi, anche al fine possano attivare le azioni necessarie a mitigare gli effetti della crisi. In tale ottica nel maggio del 2017 fu convocata una riunione con i sindaci dell'area Sud Ovest i rappresentanti della Regione, della Città Metropolitana delle ASL e della Prefettura.

Successivamente sono state fatte di campagne di sensibilizzazione, sostenute da ordinanze sindacali, per il contenimento dei consumi e per evitare usi impropri della risorsa idrica potabile. Nel corso della gestione del sistema idrico nel periodo di crisi si è potuta constatare l'efficacia delle campagne di contenimento dei consumi.

E' stato fondamentale mantenere aperti canali di informazione con le autorità locali e gli enti di controllo durante tutto il periodo della crisi idrica e curare che cittadinanza ricevesse informazioni complete e corrette tramite i canali di informazione soprattutto in caso di necessità di attuare turnazioni del servizio idrico e altri azioni di mitigazione.

#### Incremento temporaneo della concessione di derivazione dalle sorgenti del Pertuso

Per fare fronte alla prevista forte riduzione della portata delle sorgenti del Simbrivio e del campo pozzi Doganella è stata chiesta e ottenuto l'autorizzazione a derivare temporaneamente una maggiore portata di 190 l/s dalla sorgente del Pertuso rispetto al normale portata di concessione pari a 360 l/s. In tal modo è stato possibile azzerare il deficit sull'acquedotto del Simbrivio ed integrare l'alimentazione dell'acquedotto della Doganella tramite una condotta precedentemente realizzata. In questo modo il deficit per gli otto comuni alimentati dalla Doganella (100.000 abitanti) è stato contenuto a circa 40 l/s, pari al 10% del fabbisogno, riducendo sensibilmente l'impatto delle turnazioni sulla popolazione.

## 7.1.5 Interventi a breve termine

Nell'inverno del 2016-2017, quando si è delineata la possibilità di scarsità idrica per il periodo estivo del 2017, sono stati messi in campo una serie di azioni che potessero limitare il deficit in tempo utile per evitare una crisi idrica.

### Attività recupero risorse da fonti ed acquedotti

Sono state intraprese azioni per recuperare disponibilità idrica attraverso interventi mirati alla riattivazione di captazioni precedentemente dismesse ed interventi migliorativi su alcune captazioni esistenti, potenziamento stazioni di sollevamento, implementazione del sistema di telecontrollo per l'utilizzo ottimale della risorsa ed interventi di riparazione sugli acquedotti che hanno consentito di recuperare risorsa per 1.255 l/s.

Gli interventi attuati sono raccolti in **tabella 7.1**:

**Tabella 7.1: Attività effettuate sugli impianti fino a settembre 2017 ed effetto dell'attività in termini di acqua recuperata.**

<b>Attività sugli impianti (fino a settembre 2017)</b>	<b>Recupero</b>
Ammodernamento del pompaggio delle sorgenti del Peschiera	200 l/s
Riattivazione fonti acquedotto Appio Alessandrino e revamping centro idrico Torrenova	430 l/s
Rifunzionalizzazione fonti Acquedotto Vergine	100 l/s
Riassetto rete adduzione con interventi presso il centro idrico EUR	50 l/s
Revamping impianto Grottarossa per rete innaffiamento	90 l/s
Acquedotto Marcio - riassetto sorgenti	100 l/s
Acquedotto Capore	50 l/s
Interventi sorgenti Acquoria	100 l/s
Interventi idraulici Peschiera ramo Destro (vertice 34 Formello)	60 l/s
Interventi idraulici Peschiera ramo Sinistro	15 l/s
Interventi idraulici inserimento valvola regolatrice 8° Sifone Acqua Marcia	30 l/s
Intervento riparazione perdita condotta adduttrice Piazzale Clodio	20 l/s
Razionalizzazione alimentazione Acquedotto Consorzio Peschiera	10 l/s
<b>Recupero totale</b>	<b>1.255 l/s</b>

### Campagna recupero perdite

Considerato l'elevato livello di perdite idriche nell'intero perimetro di ATO2, e in particolare quelle sulla rete di Roma sono state avviate dai primi mesi del 2017, una serie di attività finalizzate al recupero della risorsa. Nello specifico ha realizzato:

- un programma di ispezione manufatti interrati, presenti sul territorio del Comune di Roma; l'attività è stata articolata in tre fasi: ispezione, riparazione rapida, riparazione con sostituzione degli organi danneggiati. Il perimetro iniziale, pari a circa 23.500 siti, è stato sovrapposto alle zone idriche nelle quali sono stati registrati aumenti dei volumi immessi in rete andando a definire un insieme di circa 16.291 punti da ispezionare. A settembre 2017 erano stati visionati 12.688 manufatti individuando e riparando perdite nell'11% di essi.
- una campagna straordinaria di ricerca, individuazione e riparazione delle perdite occulte sui



5.400 km di rete di distribuzione. A settembre era stato completato il primo passaggio ed iniziato il secondo ed erano state riparate quasi 800 perdite.

A settembre 2017 era stimato un recupero perdite di oltre 1.300 l/s

Complessivamente a settembre 2017 erano stati quindi recuperate perdite per 1.800 l/s mediante:

- Ottimizzazione pressioni rete 500 l/s
- Recupero perdite occulte e nei manufatti 1.300 l/s

Mentre dalle fonti era stata recuperata una disponibilità di 1.255 l/s.

In questo modo era stato possibile coprire completamente il deficit di 1.600 l/s e sarebbe stato possibile fare fronte anche ad un deficit più gravoso fino a 3.000 l/s che si temeva potesse verificarsi proprio a settembre in concomitanza della massima riduzione della portata delle sorgenti Marcio e Capore, con consumi ancora elevati del periodo estivo. In tal modo è stato possibile ridurre fortemente ad agosto e poi chiudere a settembre la derivazione dal lago di Bracciano senza conseguenze per il servizio idrico.

Le campagne di ricerca perdite sono proseguite nei mesi successivi hanno poi consentito di ridurre ulteriormente le perdite al punto che l'impresso nella rete di Roma e Fiumicino consolidando la riduzione dell'impresso in rete.

## 7.1.6 Interventi a breve e medio termine

A seguito della emanazione della Ordinanza del Capo della Protezione Civile 474 del 14/08/2017, sono stati individuati una serie di interventi per contrastare la crisi idrica. Oltre alle azioni immediate di mitigazione delle conseguenze come le autobotti, sono stati realizzati da Acea Ato2 gli interventi nel territorio dell'ATO2 riportati nella tabella seguente:

**Tabella 7.2: Interventi per contrastare la crisi idrica.**

N	Impianto	Intervento	Comuni interessati	Stato intervento
1	Centro idrico Torrenova	Revamping pompaggio e potenziamento	Roma	ultimato
2	Centro idrico Casilino	Revamping pompaggio e potenziamento	Roma	ultimato
3	Acquoria	Revamping pompaggio e potenziamento	Roma	ultimato
4	Centrale Ceraso	Interventi di manutenzione straordinaria impianto di sollevamento	Schema Simbrivio Doganella	ultimato
5	Centro idrico Salone	Revamping pompaggio e potenziamento	Roma	ultimato
6	Interventi inserimento valvole di regolazione	Interventi per ottimizzazione gestione risorsa	Comuni Ato2	ultimato
7	Pozzo Fratelli Pompa	Revamping per aumento portata derivata	Velletri	ultimato
8	Pozzo Torrespaccata	Intervento di recupero della risorsa	Roma	ultimato
9	Pozzo Colle Mentuccia	Intervento di recupero della risorsa	Roma	ultimato
10	Centro idrico Ponte Galeria	Intervento di recupero della risorsa	Roma	ultimato
11	Pozzi S. Angelo Valmontone	Intervento di recupero della risorsa	Valmontone	ultimato
12	Pozzo Sambucci	Utilizzo provvisorio del pozzo	Velletri	ultimato
13	Pozzo Acqua Palomba	Rifunzionalizzazione pozzo	Velletri	ultimato
14	Pozzo Costa 2	Rifunzionalizzazione pozzo	Ardea	ultimato
15	Pozzi Vigne Nuove	Rifunzionalizzazione pozzo	Roma	ultimato
16	Pozzi Fontane Nuove	Nuovo potabilizzatore per recupero risorsa idrica 15 l/s	S. Oreste	ultimato
17	Pozzo Lega	Potenziamento potabilizzatore per recupero risorsa idrica 15 l/s	Bracciano	ultimato
18	Pozzo Sassete	Nuovo potabilizzatore pozzo Sassete per recupero risorsa idrica	Fiano Romano	ultimato
19	Pozzo Castagnole	Intervento di recupero della risorsa	Pomezia	ultimato
20	Impianti idraulici Velletri	Rifacimento impianti pompaggio Peschio Velletri	Velletri	ultimato
21	Impianti idraulici Velletri	Rifacimento impianti pompaggio Tevola Velletri	Velletri	ultimato
22	Potabilizzatore Pozzo Cinque Bottini	Potenziamento potabilizzatore per recupero risorsa idrica 15 l/s	Allumiere	ultimato
23	Potabilizzatore pozzi Flora	Potenziamento potabilizzatore pozzi Flora (installazione un filtro per As DN 2800)	Bracciano	ultimato
24	Acquedotto Marcio	Manutenzione straordinaria degli impianti elettrici delle sorgenti dell'Acquedotto Marcio	Comuni schema 66	ultimato

## 7.1.7 Interventi strutturali

La carenza idrica del 2017 ha segnato una svolta radicale nella gestione del sistema idrico dell'ATO2. Sono risultate evidenti le criticità dei sistemi idrici:

- I cambiamenti climatici che stanno determinando eventi estremi (siccità/esondazioni).
- La progressiva obsolescenza delle infrastrutture acquedottistiche e reti.

Per aumentare la di aumentare la sicurezza dei sistemi idrici è necessario:

1. **La riduzione fabbisogni:** attraverso il recupero delle perdite, l'uso corretto dell'acqua ed il riuso.
2. **Aumentare la flessibilità:** mediante diversificazione delle fonti, interconnessioni ed accumuli.
3. **Interventi strutturali:** per il rinnovamento, la bonifica delle reti e la messa in sicurezza impianti.

Per attuare il primo punto stanno proseguendo le attività di recupero delle perdite in modo più strutturato mediante la distrettualizzazione delle reti idriche, ed una attività di ricerca perdite più mirata utilizzando anche sistemi di individuazione delle perdite satellitari. Miglioramento del controllo delle pressioni tramite l'installazione capillare di punti di misura. Tale attività guideranno l'attività di bonifica che sarà intensificata come mai in passato.

Sono anche in corso realizzazione interventi per il riuso dell'acqua come l'adeguamento del depuratore COBIS per produrre 250 l/s di acque reflue idonee per riuso secondo il DM 185/03 da utilizzare per la rete di innaffiamento di Roma e del Vaticano. Si sta progettando anche il riuso delle acque del depuratore di Fregene in agricoltura (200 l/s).

Per diversificare le fonti di approvvigionamento è stato adeguato l'impianto di Grottarossa per produrre 500 l/s di acqua potabile e si sta progettando un nuovo potabilizzatore delle acque del Tevere da 2.000 l/s per fare fronte a situazioni di emergenza. Inoltre è in corso lo studio la realizzazione di un dissalatore sul litorale.

Infine si sta lavorando al nuovo piano strategico degli interventi a medio e lungo termine per la messa in sicurezza dell'approvvigionamento idrico e garantire l'affidabilità e la continuità del servizio idrico a Roma Capitale e in tutto il territorio dell'ATO2, che aggiornerà l'ormai storico "*Piano per l'approvvigionamento idrico di Roma - Piano del sistema di smistamento*". Tra gli interventi più significativi, oltre a quelli già citati, si menzionano:

- Messa in sicurezza e potenziamento della capacità di trasporto dell'Acquedotto Peschiera Alto.
- Messa in sicurezza e potenziamento della capacità di trasporto dell'Acquedotto Marcio.
- Realizzazione di nuovi serbatoi di compenso e di nuove condotte adduttrici, al fine di aumentare l'affidabilità e la flessibilità del sistema di adduzione e distribuzione e la capacità di scambio tra il sistema di adduzione idrica in destra e sinistra Tevere.

Il modo migliore per affrontare le crisi idriche quello di prevenirle, realizzando le opere infrastrutturali necessarie con una visione di lungo periodo in quadro generale che consideri tutti gli altri usi idrici nel bacino e adottando modalità di gestione finalizzate alla salvaguardia della risorsa idrica. Qualora ci si trovi nella necessità di fronteggiarle è necessario la messa in campo di soluzioni strutturate organizzative e di investimento, che solo un gestore esperto può garantire. In ogni caso è necessaria la massima collaborazione tra tutti gli attori in gioco in primis con le autorità che hanno il governo del territorio e dei servizi.

## 7.2 Acqualatina

Acqualatina S.p.A. è una società mista a prevalente capitale pubblico. Gestisce il servizio nei 38 Comuni rientranti nell'Ambito Territoriale Ottimale 4 - Lazio Meridionale. Complessivamente le reti idriche gestite hanno uno sviluppo di circa 3500 km per acquedotto le quali erogano circa 120 milioni di metri cubi d'acqua potabile, e 1000 km per la fognatura che confluiscono nei 56 Impianti di depurazione, i quali trattano circa 70 milioni di metri cubi d'acqua.

### 7.2.1 La storia recente

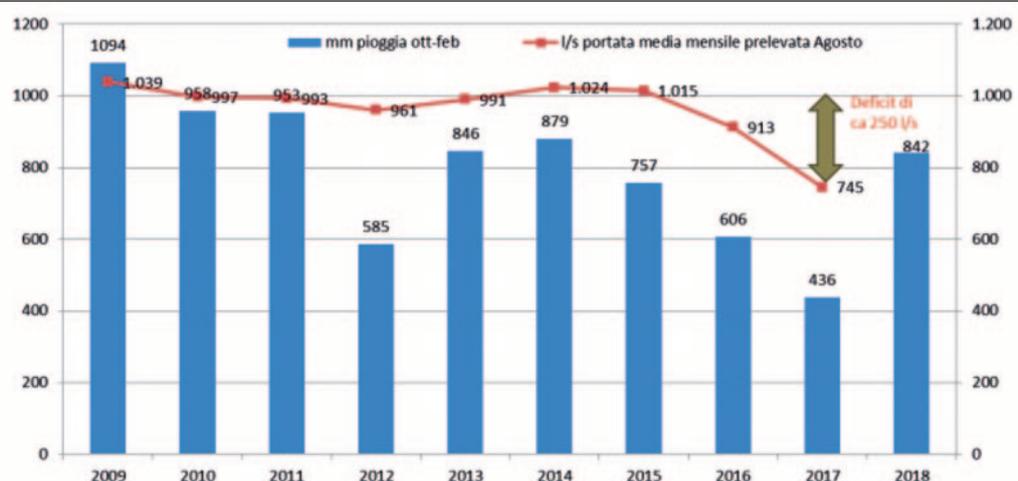
La siccità che ha colpito il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale nel corso dell'estate 2017 ha acuito le problematiche già manifestatesi in maniera significativa nell'estate 2016, tanto da indurre la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile a promulgare l'Ordinanza n. 474 del 14 agosto 2017, recante il titolo: "Primi interventi urgenti di protezione civile finalizzati a contrastare la crisi di approvvigionamento idrico ad uso idropotabile nel territorio della Regione Lazio" per intervenire con mezzi e poteri straordinari al fine di garantire l'espletamento dei necessari interventi urgenti finalizzati a contrastare il diffuso contesto di criticità.

Nell'ATO4 - Lazio Meridionale, le zone impattate dal fenomeno siccitoso furono:

- la zona dei Monti Lepini, con i Comuni di: Priverno, Roccasecca dei Volsci, Prossedi, Maenza e Villa S. Stefano;
- la zona del Sud Pontino, con i Comuni di: Formia, Gaeta, Minturno, Spigno Saturnia, Castelforte e S.S. Cosma e Damiano, Amaseno
- con minore impatto, la zona servita dalla centrale di Vetere, con i Comuni di Fondi, Itri, Sperlonga, Lenola e Vallecorsa.

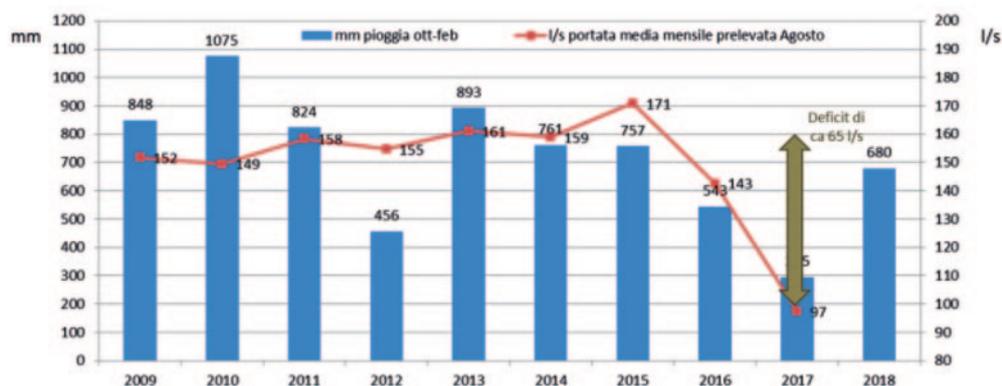
Per il solo Sud Pontino, servito dalle sorgenti di Capodacqua e Mazzoccolo, si è registrato alla fine di agosto del 2017 un gap pari a circa 250 litri/secondo, infatti a fronte del fabbisogno idrico minimo per il periodo estivo (luglio-agosto), di circa 1.000 litri/secondo, vennero emunti solo 745 litri/secondo circa; pertanto una situazione nettamente peggiorativa rispetto al deficit registrato ad agosto 2016 (cfr. **Figura 7.6**).

**Figura 7.6: Relazione tra le precipitazioni cumulate (mm) da ottobre a febbraio alla stazione di Esperia e portate (l/s) medie prelevate dal sistema Mazzoccolo+Capodacqua nel mese di agosto (fabbisogno almeno 1'000 l/s), negli anni dal 2008 al 2018**



Nell'area nord del territorio dei Monti Lepini, serviti dalla Centrale di Fiumicello e dai nuovi pozzi Vòlaga (attivati solo ad agosto del 2017), invece, si è registrato un gap paria a circa 65 litri/secondo; infatti a fronte del fabbisogno idrico minimo per periodo estivo (luglio-agosto) di circa 160 litri/secondo, vennero emunti circa 97 litri/secondo (cfr. **Figura 7.7**).

**Figura 7.7: Relazione tra le precipitazioni cumulate (mm) da ottobre a febbraio alla stazione di Maenza e portate (l/s) medie prelevate nel mese di agosto dal campo pozzi di Fiumicello, negli anni dal 2008 al 2018**



Anche il Comune di Amaseno soffre per la carenza idrica. La sorgente Fontana Grande, che con acquedotto indipendente alimenta la rete idrica comunale, fece registrare un deficit di circa 29 litri/secondo; infatti a fronte del fabbisogno idrico minimo per il periodo estivo (luglio-agosto), di circa 45 litri/secondo, vennero emunti solo circa 16 litri/secondo.

## 7.2.2 Interventi del Gestore per fronteggiare la crisi idrica

Per fronteggiare i caratteri nuovi ed eccezionali dell'emergenza idrica, anche sulla base di un confronto continuo svolto con i Comuni interessati, Acqualatina S.p.A. ha definito un complesso di azioni ed interventi emergenziali ed infrastrutturali a medio termine, finalizzati a contenere i disagi della popolazione nell'immediato e prevenire le, eventuali, future crisi idriche.

## 7.2.3 Interventi Emergenziali

### *Serbatoi fissi, autobotti, navi cisterna e rifornimento a domicilio*

Oltre le manovre di regolazione della pressione in notturna, messe in atto da Acqualatina al fine di permettere il riempimento dei serbatoi e, quindi, un servizio quanto più stabile possibile nelle ore diurne; il primo e più immediato degli interventi messi in campo per fronteggiare la scarsità idropotabile dell'estate 2017 fu la predisposizione di un servizio di autobotti e serbatoi fissi.

Acqualatina si è attivata, sin da giugno 2017 (e quindi prima che la crisi idrica si manifestasse in modo drammatico), per l'installazione provvisoria nelle zone sensibili (individuate di concerto con l'ente comunale) di serbatoi da 5.000 litri, che nel periodo di luglio ed agosto venivano riforniti anche più volte al giorno, fino a raggiungere la cifra di 24 serbatoi installati.

Nel periodo 1.7.2017 - 15.9.2017 veniva attivato un servizio autobotti di capacità da 5.000 a 15.000

litri (le maggiori richieste per il rifornimento con autobotti pervennero dai comuni di Formia e Gaeta). Per le utenze sensibili (quali nuclei familiari comprendenti anziani e/o minori e/o persone diversamente abili) sono stati eseguiti, su richiesta degli utenti tramite call center o su indicazione delle Amministrazioni comunali, rifornimenti a domicilio con una media di 3 / 4 rifornimenti al giorno. Infine, nel Comune di Gaeta, in località Piana Sant' Agostino, è stato realizzato un impianto mobile di pompaggio in rete di acqua caricata con autobotti da Capodacqua, funzionante h24, al fine di garantire l'erogazione della somministrazione idrica in una zona balneare densamente popolata nel periodo estivo.

#### Navi cisterna

L'approvvigionamento idropotabile tramite navi cisterna, effettuato presso i porti di Formia e Gaeta, previa realizzazione degli opportuni interventi infrastrutturali (furono realizzate le condotte atte ad immettere nelle reti idriche cittadine l'acqua scaricata dalle navi), si è attestata come una soluzione di emergenza, atta a lenire i disagi nell'immediato.

#### Attivazione di nuovi pozzi e riattivazione di pozzi dismessi

I pozzi nell'area industriale "Panapesca" di Gaeta sono stati attivati il 28/07/2017 grazie all'installazione di un impianto temporaneo di potabilizzazione con membrane osmotiche che ha garantito un approvvigionamento supplementare di circa 30 litri al secondo a favore del Comune di Gaeta. L'impianto che ha operato nel sito "Panapesca" era composto da 4 linee di osmosi inversa complete di pre-trattamento (filtri a cartuccia), stazioni di dosaggio ed additivazione, oltre al quadro di comando locale.

Il sistema, su unità mobile plug&play, era completamente automatico e in grado di produrre fino ad un massimo di 100 mc/h di acqua potabile, attingendo la risorsa idrica di alimento da due pozzi (l'acqua era salmastra in quanto l'emungimento era posizionato nei pressi del mare).

**Figura 7.8: Particolare dell'impianto temporaneo di potabilizzazione con membrane osmotiche nel sito "Panapesca" di Gaeta**



In data 10/08/2017 è stata riattivata la sorgente di Forma del Duca a Suio, con una portata potenziale di circa 15 litri al secondo, precedentemente disattivata a causa della presenza di arsenico e fluoruri nella falda.

L'attivazione è stata resa possibile per mezzo dell'installazione di un impianto temporaneo di potabilizzazione.

**Figura 7.9: Particolare dell'impianto temporaneo di potabilizzazione di Forma del Duca**



Nelle intenzioni del Gestore le azioni emergenziali per contrastare la crisi idrica nell'area del Sud Pontino contemplavano l'inserimento di due/quattro moduli dissalatori «skid» da collocarsi presso il Molo Vespucci a Formia ed aventi una produzione stimata di circa 1.500 mc/giorno.

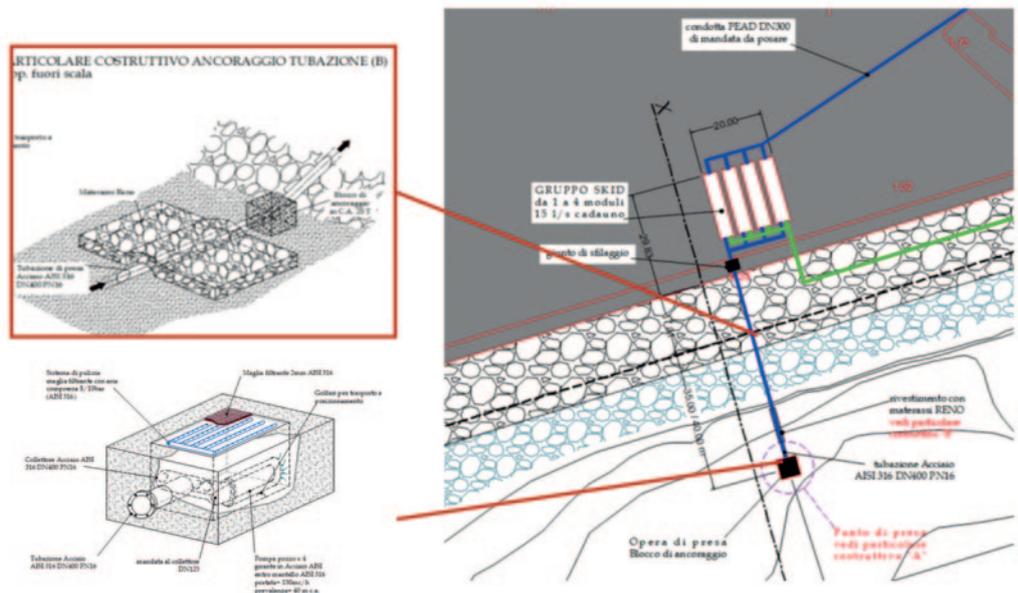
Sebbene la progettazione ed autorizzazione alla realizzazione delle infrastrutture per l'impianto mobile furono ottenute in tempi contingentati, l'installazione non venne mai attuata per la forte opposizione della locale Amministrazione.

Figura 7.10: Ipotesi dissalatori al porto di Formia

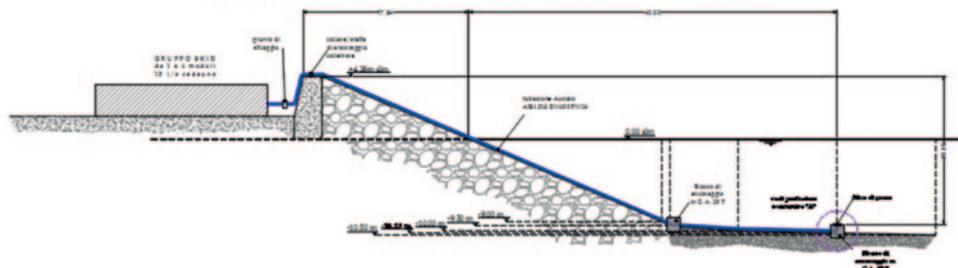




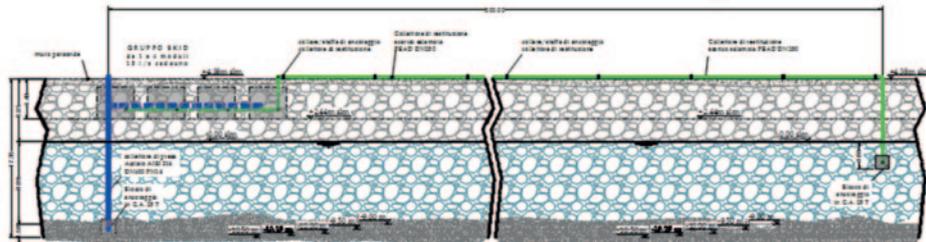
Figura 7.11: Estratto del progetto per il sito temporaneo di dissalazione al porto di Formia



SEZIONE TRASVERSALE "Y-Y" IMPIANTO DI PRESA MARE - rapp. 1:250

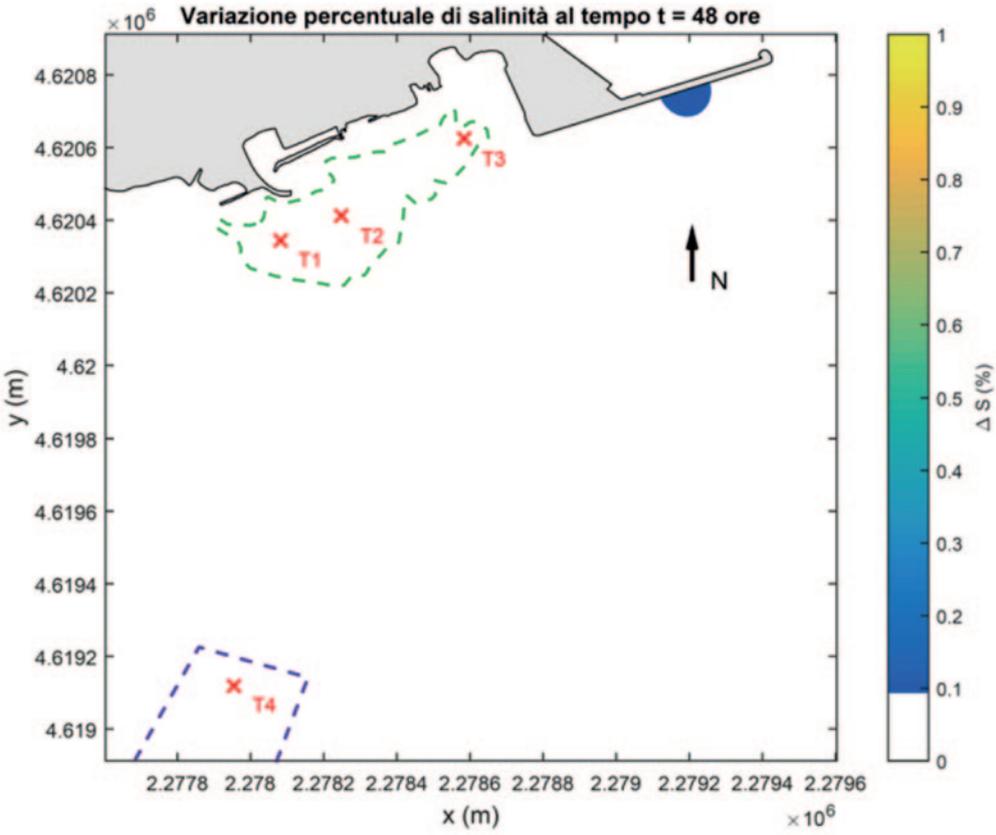
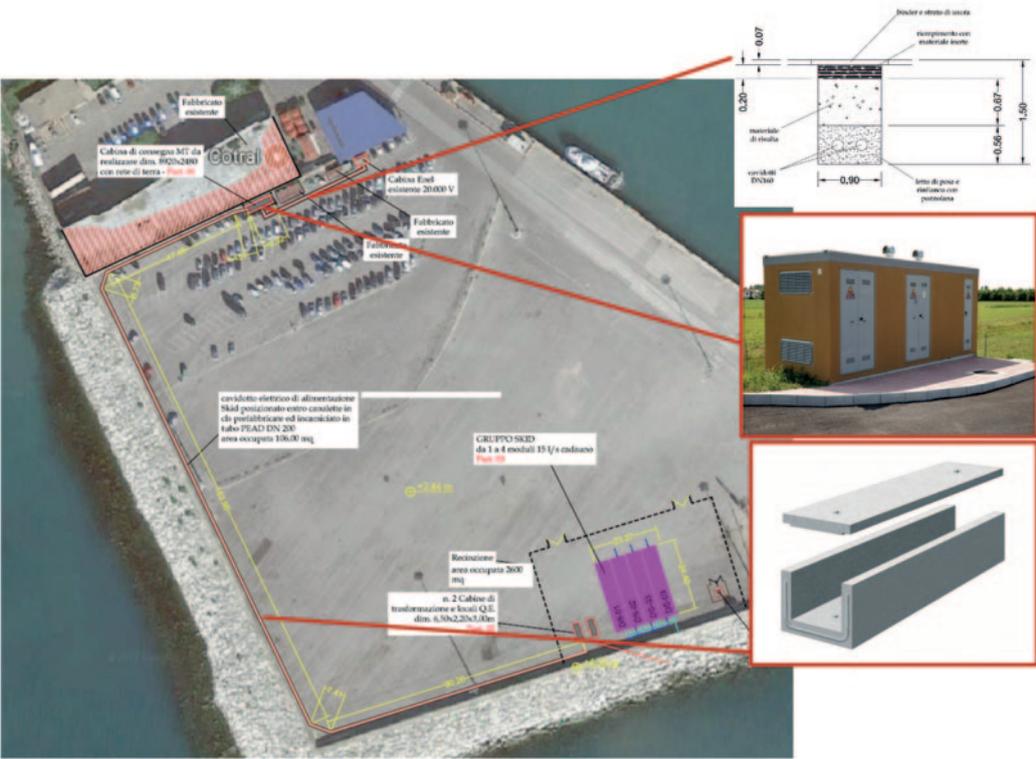


SEZIONE PROSPETTO "X-X" IMPIANTO DI PRESA e RESTITUZIONE MARE - rapp. 1:250



PARTICOLARE COSTRUTTIVO "A" OPERA DI PRESA  
rapp. fuori scala

PARTICOLARE COSTRUTTIVO "B" ANCORAGGIO COLLETTORE  
rapp. fuori scala



Informazione all'utenza

Infine, sebbene non possa essere considerata un'azione diretta a contrastare la crisi idrica; con le altre, Acqualatina S.p.A. ha avviato una campagna informativa e mediatica, utilizzando numerosi strumenti per diversificare la diffusione dell'informazione (comunicati stampa, sito istituzionale, Facebook aziendale, installazione di pannelli informativi ed invio di sms) al fine di raggiungere, in modo quanto più capillare possibile, il maggior numero di utenze coinvolte.

Ciò ha garantito un'informazione puntuale all'utenza sulle azioni poste in essere dal Gestore con beneficio di risultati per il complesso sistema di azioni ed interventi attivati durante l'emergenza.

## 7.2.4 Interventi Infrastrutturali a medio termine - il “Piano Nuove Risorse”

Già nel mese di settembre 2016, a seguito di un primo evento siccitoso che interessò parte del territorio dell'ATO, Acqualatina propose un irrobustimento del Piano degli Interventi all'Ente d'Ambito che ha dato vita a un programma di lavoro straordinario, approvato nel mese di dicembre 2016 con Delibera di Conferenza dei Sindaci n. 17 del 20/12/2016, denominato “Nuove Risorse”. Il Piano basa i propri interventi su tre campi di azione:

- la ricerca di nuove fonti idropotabili;
- la realizzazione di nuove interconnessioni (adduttrici) per una migliore stabilità e versatilità dell'infrastruttura acquedottistica in caso di eventi siccitosi;
- l'approntamento di un complesso piano di lavoro per il recupero delle dispersioni idriche, denominato R.D.F. (Recupero Dispersioni Fisiche) che non limitava il proprio campo di intervento alla sola individuazione e riparazione delle condutture ammalorate, espandendo la capacità di azione al campo della georeferenziazione e modellazione delle reti idriche, individuazione, elaborazione e riorganizzazione dei distretti idrici, bilanciamento delle pressioni e rifacimento d'interi tratti di reti adduttrici e distributrici.



NUOVE FONTI



INTERCONNESSIONI



RECUPERO DISPERSIONI

La ricerca di nuove fonti idropotabili

Il piano d'azione per la ricerca di nuove fonti idropotabili, oltre ai pozzi Vòlaga (attivati ad agosto del 2017) contempla interventi a Nord del bacino idrografico con le azioni di:

- *potenziamento della captazione al campo pozzi Sardellane:*

L'escavazione di nuovi pozzi in combinazione con la realizzazione di un nuovo impianto per la rimozione dell'arsenico, ci si prefigge l'obiettivo di conseguire una portata aggiuntiva di circa 70 litri/secondo.

- *ricerca d'acqua nel comune di Amaseno:*  
L'intervento contempla una campagna di studi sull'acquifero con l'obiettivo di conseguire una portata aggiuntiva di circa 20 litri/secondo, mediante l'escavazione di un nuovo pozzo.

**Figura 7.12: Immagine satellitare con indicazione del nuovo campo pozzi di "25 Ponti" a Formia e carta delle potenzialità idrogeologiche**



- *attivazione di nuovi pozzi a Roccaporga*  
L'intervento contempla la riattivazione di alcuni pozzi mediante interventi di pulizia e reincastramento, oltre alla realizzazione di una condotta di adduzione per l'alimentazione idrica del comune di Priverno, di cui si dirà più avanti (collegamento Roccaporga – Priverno) ed a Sud del bacino idrografico con le azioni di:
- *attivazione del nuovo campo pozzi di "25 Ponti":*  
A valle dei risultati ottenuti con le prospezioni geofisiche per confermare la presenza della falda nel sottosuolo, il 15/09/2017 è stato attivato il primo pozzo "Tulliola" che garantisce una portata di circa 40 45 litri/secondo, a cui seguono nel tempo le ulteriori perforazioni stabilite in progetto.

#### La realizzazione di nuove interconnessioni

Sulla scorta dell'esperienza acquisita nel 2013 con la realizzazione del collegamento Ninfa- Cisterna (furono posati circa 9 km di condotta DN 400) che ha permesso di risolvere il problema dell'arsenico nell'omonimo comune, il Gestore ha elaborato un piano d'interventi per l'interconnessione del sistema idrico nell'ATO in grado renderlo più flessibile e garantire una maggiore elasticità nella disponibilità idrica per effetto delle mutevoli esigenze del territorio, anche nelle ipotesi del ripetersi di un nuovo evento siccitoso.

Furono, quindi, progettati ed in parte, risultano già realizzati, i seguenti interventi:

- **Condotta collegamento Villa Santo Stefano – Fiumicello;**  
L'intervento contempla la realizzazione di un'adduttrice della lunghezza di circa 3 Km. per l'alimentazione supplementare del comune di Santo Stefano dalla centrale idrica di Fiumicello;
- **Condotta collegamento Amaseno – Fiumicello:**  
Anche per Amaseno, come per Villa Santo Stefano, è stata realizzata una nuova adduttrice della lunghezza di circa 3 Km. per l'alimentazione del comune dalla centrale idrica di Fiumicello;
- **Collegamento Roccaporga – Priverno:**  
L'intervento contempla la realizzazione di un'adduttrice della lunghezza di circa 4 Km. per ser-

vire il comune di Priverno con la risorsa emunta dai nuovi pozzi di Roccagorga

#### **Collegamento Vetere – Vallemarina;**

- **Collegamento rete Minturno con rete Acqua Campania – Cellole:**

Grazie al nuovo collegamento di 11 km (di cui 3,5 nel territorio laziale e 7,5 in Campania), sarà garantita una portata aggiuntiva di circa 160 litri al secondo, ovvero oltre 13.800 metri cubi di acqua al giorno, pari al 20% in più di quanto sinora erogato a favore del Sud Pontino.

Con la concomitante attivazione del novo campo pozzi in località “25 Ponti” a Formia, ci si prefigge l’obiettivo di porre definitivamente in sicurezza l’approvvigionamento idrico del basso Lazio, consentendo l’interscambiabilità delle fonti di approvvigionamento (tra 25 Ponti, apporto dall’acquedotto campano e le tradizionali sorgenti di Mazzoccolo e Capodacqua) in caso di siccità o fenomeni di torbidità.

Figura 7.13: Planning degli interventi per le nuove interconnessioni nel territorio dell’ATO4



#### *Il Piano R.D.F. (Recupero Dispersioni Fisiche)*

Nell’ambito del complesso sistema d’interventi per il recupero delle dispersioni fisiche nel territorio dell’ATO4 è in corso di realizzazione il risanamento della rete idrica nei comuni di Castelforte, Gaeta, Spigno Saturnia, SS. Cosma e Damiano, Formia e Minturno, che determinerà un recupero di portata in rete pari a 6.750.000 mc/anno [214 l/s] mediante il risanamento di circa 50-60 km di condutture, corrispondente a circa il 10% della rete esistente. Il progetto prevede un investimento totale di 7.858.000 Euro, suddiviso in due stralci:

1. Il Stralcio, per un importo di € 2.858.000, relativo ai lavori di risanamento delle reti idriche dei comuni di Castelforte, Gaeta, Spigno Saturnia, SS. Cosma e Damiano. I lavori sono in corso di ultimazione (realizzati circa l’85% delle opere), se ne stima il completamento entro l’autunno 2019.
2. Il Stralcio, dell’importo di € 5.000.000, relativo ai lavori di risanamento delle reti idriche dei comuni di Formia e Minturno le cui attività sono tutt’ora in corso di realizzazione.

Agli altri interventi in distribuzione si sommano quelli di risanamento delle adduttrici come la

condotta Sardellane – Terracina del DN 500 che è stata ripristinata per una lunghezza di 3 km. con la tecnologia dell'hoselining.

Figura 7.14: Lavori di ripristino dell'adduttrice Sardellane - Terracina con la tecnologia dell'hoselining



### 7.3 Acquedotto Pugliese

Acquedotto Pugliese SpA (altrimenti conosciuta con il suo acronimo AQP) è una delle più grandi, storiche società italiane e tra i maggiori player europei, per dimensioni e complessità, nella gestione di sistemi idrici integrati. Da oltre cento anni a servizio del territorio, AQP gestisce il servizio idrico integrato in tutti i Comuni della Puglia e in 12 Comuni della Campania, per un totale di circa 4 milioni di abitanti serviti, su una superficie di oltre 20mila chilometri quadrati. Del gruppo fa parte la controllata ASECO SpA, azienda leader nel compostaggio.

Una grande impresa pubblica, interamente controllata dalla Regione Puglia, con un organico di circa 2.000 dipendenti, un fatturato 2017 pari a circa 528 milioni di euro e utili per 19 milioni di euro. Complessivamente le reti idriche gestite da AQP hanno uno sviluppo di oltre 25 mila chilometri (di cui 5.000 per la sola adduzione), corredate da circa 1.500 opere tra serbatoi, partitori e impianti di sollevamento; a queste si aggiungono gli oltre 16 mila chilometri di reti fognarie con 700 opere di sollevamento a corredo.

AQP gestisce anche 5 impianti di potabilizzazione ubicati in tre regioni (Puglia, Basilicata e Campania), 10 laboratori di analisi, 183 depuratori e 7 impianti d'affinamento.

Numeri che testimoniano la dimensione e l'unicità di una grande azienda e di una delle più estese opere per la gestione integrata delle acque d'Europa.

Le fonti di captazione comprendono sorgenti, invasi e pozzi, con un sistema di approvvigionamento e trasporto tra i più lunghi del mondo raggruppato in sei grandi schemi interconnessi (Sele-Calore, Pertusillo, Sinni, Fortore, Locone e Ofanto), pari a una fornitura di acqua di 520 milioni/mc/anno.

Il più antico e più lungo schema di adduzione è il Sele-Calore, la cui arteria maggiore è il Canale Principale straordinaria opera di ingegneria idraulica, della lunghezza complessiva di 244 chilometri, che comprende 99 gallerie e 91 ponti-canale. Costruito tra il 1906 e il 1918, il Canale Principale attraversa nel suo lungo tragitto il massiccio appenninico e murgese, e giunge in Puglia, nei pressi di Monte Fellone in provincia di Brindisi per soddisfare oltre il 25 % dell'intero fabbisogno idrico della regione.

### 7.3.1 La storia recente

Gli ultimi anni hanno evidenziato il manifestarsi di costanti emergenze idriche dovute ai sempre più frequenti e oramai non più isolati eventi siccitosi.

Per far fronte a tali evenienze è indispensabile estendere il ragionamento a tutte le problematiche che coinvolgono il settore, dall'obbligo e la necessità di investire in modo corretto alla necessità di favorire il riuso delle acque depurate nell'agricoltura e nell'industria, passando per:

- certezze del sistema regolatorio;
- necessità di efficientare la gestione degli invasi e ampliarne la capacità di riserva;
- favorire l'interscambiabilità delle fonti di approvvigionamento da parte dei gestori di un medesimo Distretto idrografico;
- incrementare le interconnessioni fra reti acquedottistiche;
- agire sulla riduzione delle perdite e sul monitoraggio continuo delle grandezze idrauliche;
- sensibilizzare gli utenti a un uso più consapevole della risorsa, anche attraverso una comunicazione più efficace che dia evidenza del servizio loro offerto;
- favorire la coltivazione di colture poco idroesigenti;
- snellire il sistema regolatorio in tema di appalti;
- verificare la possibilità di utilizzare fonti di approvvigionamento alternative (mare).

### 7.3.2 La “sfida” di AQP: efficienza del sistema di trasporto e distribuzione

Per venire incontro alle rinnovate e sempre crescenti esigenze, AQP ha consolidato nel tempo precise strategie gestionali e inoltre ha sviluppato e sta attuando un sistema integrato di interventi con l'obiettivo di razionalizzare e potenziare il sistema di gestione della risorsa disponibile. Le problematiche che rendono particolarmente complesso il tema dell'efficienza del sistema idrico di Acquedotto Pugliese sono:

- l'estensione della rete gestita;
- l'età dell'infrastruttura, considerato che gran parte delle reti è stata costruita nella prima metà del secolo scorso.

Nello specifico, il complesso degli interventi finalizzati al miglioramento continuo e alla razionalizzazione della gestione del sistema idrico prevede:

- innovazione tecnologica finalizzata al monitoraggio del sistema di trasporto e distribuzione;
- interventi finalizzati al risanamento del sistema;
- investimenti per il potenziamento dell'infrastruttura;
- controlli rigorosi a garanzia della qualità dei materiali per la costruzione e la manutenzione delle opere.

### 7.3.3 L'Innovazione tecnologica: il Tele-Controllo

Acquedotto Pugliese si è dotato, da anni, di un sistema informativo per la supervisione e il tele-controllo dell'adduzione principale e delle opere idriche a valenza locale, attraverso il quale:

- sono controllate 1250 postazioni con l'impiego di oltre 4.500 sensori;
- sono monitorati sia i parametri idraulici (livelli, portate, pressioni) che quelli relativi alla qualità dell'acqua (pH, conducibilità, temperatura, cloro residuo, torbidità);

- sono automatizzati gli impianti di sollevamento primari, con funzioni di tele-allarme, comando locale e telecomando a livello di sottoschema idrico impianto-serbatoio.

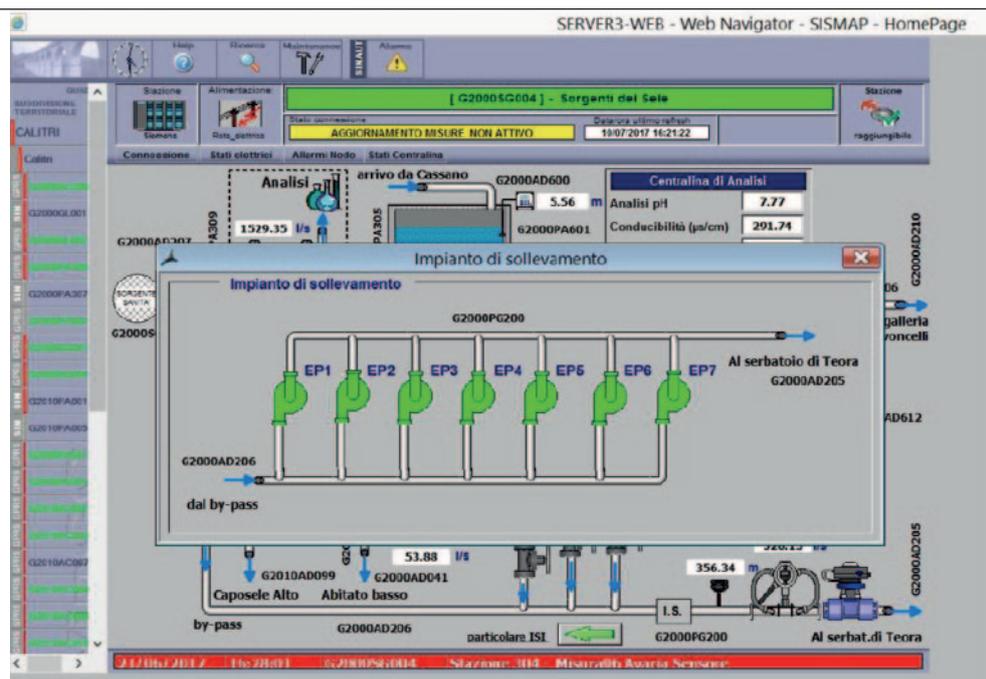
Il sistema di Tele-Controllo fa riferimento sia al sistema di trasporto che di distribuzione:

- il centro di controllo rende disponibili i servizi di telecontrollo tramite architettura *web-server* per mezzo di *client* SCADA, su qualsiasi postazione della intranet aziendale.
- i sistemi di campo sono dotati di modem GSM/GPRS per la connessione telefonica con i server SCADA centrali.
- la connessione telefonica è di tipo bidirezionale, cioè può essere attivata sia dal sistema Scada sia dai sistemi di campo (es. insorgenza di condizioni di allarme).

Il sistema svolge, in pratica, due funzioni principali:

- funzione di telecontrollo
  - ricezione in Centrale di allarmi riguardanti: valori anomali, detti “fuori range”, di portata e pressioni in rete (indice di possibili perdite fisiche o apparenti), mancato invio di misure di portata e pressione (rottura di apparecchi di misura, avaria batterie), interruzione anomala del funzionamento di impianti di sollevamento (es. rottura elettropompe, avaria quadri elettrici);
  - acquisizione e archiviazione di misure di portata “storiche” ai fini della ricostruzione del bilancio idrico, misure di pressione, misure di livello, misure di qualità dell'acqua su nodi strategici;
- funzione di telecomando e automazione, in campo, a livello di sottoschema idrico
  - nei serbatoi, ad esempio, al fine di impedire le perdite idriche da sfioro, sono installate idrovalvole per il controllo del livello nelle vasche di accumulo;
  - negli impianti di sollevamento e nei serbatoi a valle di essi sono disposte elettrovalvole e misuratori di livello, che, “dialogando” tra loro, garantiscono l'arresto dell'impianto in caso di riempimento totale delle vasche di accumulo a valle, evitando così gli sfiori;
  - nelle origini delle reti/distretti di distribuzione dei centri abitati sono presenti sistemi di monitoraggio, teleallarme e automazione per la riduzione delle pressioni notturne.

Figura 7.15: Schermata del quadro di supervisione e telecontrollo dell'adduzione principale e delle opere idriche



### 7.3.4 Il risanamento del sistema idrico: la ricerca perdite

In un sistema idrico particolarmente articolato, il risanamento delle reti è un'attività di fondamentale importanza nell'ottica del contenimento delle perdite idriche e dunque nell'ottica di una vera attività di salvaguardia della risorsa.

Il risanamento viene eseguito sia attraverso la ricerca e la riparazione di perdite puntuali sulle condotte idriche, sia attraverso la sostituzione delle condotte vetuste e talvolta sottodimensionate. Dal 2007 Acquedotto Pugliese ha avviato importanti progetti di ricerca perdite e risanamento reti che si affiancano alla ordinaria attività di gestione della rete.

I progetti, in sintesi, prevedono le seguenti attività:

- rilievo in campo di tutte le reti di distribuzione;
- implementazione del Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) affinché abbia funzione sinergica in fase di pianificazione, progettazione, gestione, manutenzione, fatturazione, etc;
- costruzione di modelli idraulici delle reti, al fine di realizzare un sistema a supporto delle decisioni, sia per la gestione delle reti che per la pianificazione degli investimenti;
- implementazione di distretti idraulici e di valvole automatiche di controllo della pressione;
- attività sistematica di ricerca delle perdite occulte con personale specializzato;
- progettazione di interventi strutturali al fine di migliorare la funzionalità delle reti;
- realizzazione di interventi di riparazione, di sostituzione parziale o totale di condotte idriche.

### 7.3.5 Investimenti per il potenziamento dell'infrastruttura

Gli investimenti conseguiti da Acquedotto Pugliese per il potenziamento del sistema idrico sono stati molteplici e di grande entità.

Infatti, sono stati potenziamenti o sono in fase di completamento:

- Il settore della potabilizzazione, attraverso, ad esempio, la costruzione del Potabilizzatore di Conza in Campania e l'adeguamento dei Potabilizzatori del Pertusillo in Basilicata e del Fortore in Puglia;
- Il sistema di trasporto, attraverso la costruzione dell'Acquedotto del Locone e di importanti altri adduttori quale il Sifone leccese-ramo adriatico (finalizzato al miglioramento del servizio nei territori del salento);
- Il sistema di accumulo, attraverso il raddoppio della capacità di serbatoi strategici;
- La realizzazione di otto centrali idroelettriche al fine di sfruttare i salti motori dell'acqua e di impianti fotovoltaici su siti aziendali per produrre energia elettrica da fonti rinnovabili.



pania, da invasi artificiali situati in Puglia, Basilicata e Campania e dalla falda profonda mediante pozzi (tutti in Puglia).

Figura 7. 17: Distribuzione geografica delle fonti di approvvigionamento AQP



L'apporto medio delle diverse fonti è:

- **sorgenti: 28%;**
- **pozzi: 14%;**
- **invasi 58%.**

La distribuzione geografica delle fonti utilizzate da AQP e il loro sfruttamento da parte anche di altri soggetti (per esempio i consorzi di bonifica nel caso dell'uso agricolo della risorsa invasata nei laghi artificiali) fa sì che i principali interlocutori istituzionali e stakeholder con i quali AQP si deve confrontare nella gestione delle suddette risorse sono:

- Presidenza del Consiglio dei Ministri;
- Ministero dell'Ambiente;
- Ministero delle Infrastrutture;
- Dipartimento per la Protezione Civile;
- 9 Prefetture;
- Autorità del distretto dell'Appennino;
- Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA);
- Regione Basilicata;
- Regione Campania;
- Regione Puglia;
- 6 Province/Città metropolitane pugliesi;
- 2 Province lucane;
- 1 Provincia campana;
- Autorità Idrica Pugliese (AIP);

- Ente Idrico Campano;
- Ente di Governo per i rifiuti e le risorse idriche della Basilicata (EGRIB);
- 258 comuni pugliesi;
- 14 comuni campani;
- ASL territorialmente competenti;
- Alto Calore Servizi SpA;
- Acquedotto Lucano SpA;
- Consorzi di Bonifica
- Enti parchi
- Organizzazioni ambientaliste (WWF, Legambiente, ecc).

La risposta alla frammentazione degli interlocutori può essere l'azione di coordinamento dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale attraverso l'Osservatorio sugli utilizzi idrici.

Oltre alla complessità dell'interlocuzione, un altro elemento di criticità che si manifesta in particolare durante i periodi siccitosi è il comportamento temporalmente differenziato delle fonti, specialmente delle sorgenti e degli invasi.

Per le sorgenti il prelievo annuo è determinato, prevalentemente, da tre variabili:

- livello di ricarica della falda all'inizio dell'anno;
- entità delle precipitazioni meteoriche nel corso dell'anno;
- eventuali interruzioni del flusso idrico dovute ad attività ispettive e/o manutentive interessanti i vettori da esse alimentate.

Per gli invasi artificiali la disponibilità idrica è determinata principalmente da tre grandezze:

- volume invasato all'inizio dell'anno;
- volume delle precipitazioni meteoriche;
- volume utilizzato (da tutti gli utenti serviti dagli stessi invasi).

Gli effetti della scarsità delle precipitazioni sulle sorgenti, a seconda della profondità di esse, possono manifestarsi nel breve e medio termine, nell'ordine dei mesi; nel caso degli invasi artificiali, soprattutto per quelli destinati anche all'uso irriguo, la crisi si manifesta sempre nel medio termine e non è mai superiore ai due anni. Questo, come detto, si manifesta in presenza della domanda idrica irrigua che, per sua natura, ha un'unica finalità, il soddisfacimento della richiesta nella stagione in corso, intaccando, in caso di siccità, il carattere pluriennale che dovrebbe caratterizzare la regolazione di gran parte degli invasi.

Un'ulteriore criticità che interessa il sistema di approvvigionamento di AQP sono le differenti *performance* operative che caratterizzano gli altri operatori che gestiscono (nel caso di invasi) o sono serviti dalle stesse fonti (nel caso di sorgenti e invasi) utilizzate da AQP.

Esse si manifestano principalmente in carenze interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria nel caso dei gestori e alti tassi di dispersione idrica nel caso degli utenti; in tutte e due i casi il risultato è una grande quantità di risorsa non disponibile<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Tale situazione, nel caso dei laghi artificiali, ha determinato, nel tempo, un deficit di invaso di circa 200 Mmc in quattro dei cinque invasi a servizio idropotabile, tra l'altro, della Puglia, oltreché un mancato incremento degli afflussi di 50 Mmc.

Consapevole delle criticità Acquedotto Pugliese, nel tempo, ha sviluppato con primari Istituti universitari nazionali:

- due strumenti previsionali che forniscono informazioni in merito alla disponibilità idrica garantita dalle sorgenti e dagli invasi nel breve e medio termine;
- un modello di supporto alle decisioni (DSS) che consente pianificazione ottimizzata delle risorse idriche, scenari di crisi, valutazioni di interventi infrastrutturali;
- un modello idraulico applicato ai principali vettori idrici per l'analisi del comportamento idraulico dei vettori modellati.

### 7.3.7 La crisi idrica 2017

I dati che hanno caratterizzato la crisi idrica del 2017 possono essere sintetizzati in quelli riferiti alle precipitazioni registrate nel 2017 rapportate alla media storica<sup>12</sup>:

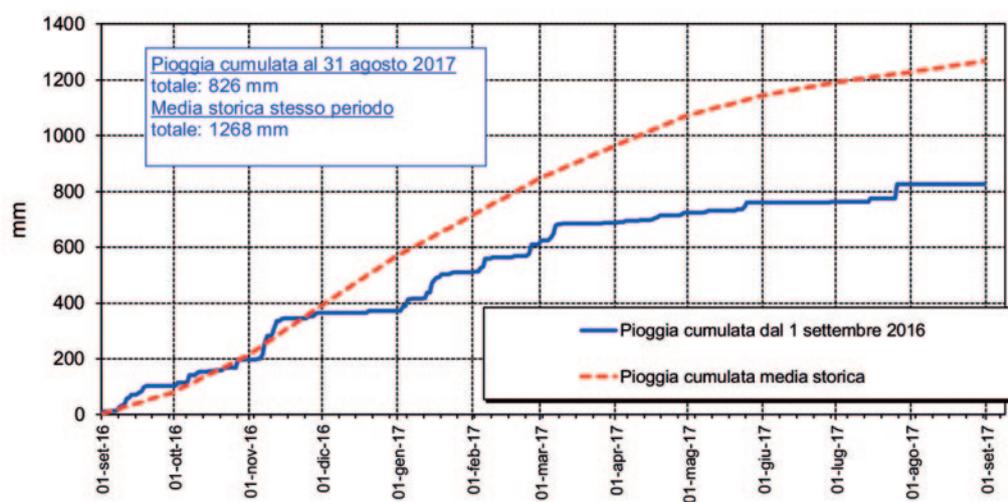
- precipitazioni in Campania: - 37%;
- precipitazioni Basilicata: - 50%;
- precipitazioni in Puglia: - 26%.

Il drastico calo delle precipitazioni ha determinato:

- forte calo delle sorgenti campane;
- forte domanda irrigua;
- forte calo dei volumi invasati in tutti i laghi artificiali destinati all'uso plurimo (potabile e irriguo);
- incremento della richiesta idropotabile delle aree campane servite da un gruppo sorgentizio AQP con conseguente ulteriore riduzione dei prelievi da parte di Acquedotto Pugliese da dette sorgenti.

A partire dal mese di gennaio 2017 il dato relativo alle precipitazioni si è fortemente ridotto rispetto alla media fino registrare, nel caso della sorgente Sanità a Caposele, un deficit di ben 442 mm di pioggia (-34%) al 31 agosto 2017.

Figura 7. 18: Pioggia cumulata al pluviometro di Caposele a partire dal 1 settembre 2016



<sup>12</sup> Fonte: ARPA Regionali, dichiarazioni assessori regionali all'Ambiente e Coldiretti, Mipaaf

Il suddetto calo delle precipitazioni ha condizionato il livello di ricarica della falda. Nello stesso periodo di osservazione, infatti, la ricarica della falda che alimentava la sorgente di Caposele si è ridotta a -44% rispetto al dato medio.

Successivamente, il livello delle precipitazioni si è riallineato al dato medio.

Tale situazione ha determinato un prelievo dalle sorgenti di circa 117 Mmc, in calo rispetto al 2016 di oltre 33 Mmc (dato 2016 pari a 150 Mmc).

A causa dei vincoli determinati sia dal sistema di approvvigionamento che da quello di trasporto, l'intero deficit registrato alle sorgenti ha inciso esclusivamente sulla fornitura idropotabile destinata alla Puglia.

La distribuzione per regione della risorsa proveniente dalle sorgenti è stata la seguente:

- Basilicata: 10 Mmc (10 Mmc nel 2016)
- Campania: 11 Mmc (10 Mmc nel 2016)
- Puglia: 96 Mmc (130 Mmc nel 2016).

Nel caso degli invasi, all'inizio del 2017, la disponibilità idrica dei cinque invasi utilizzati per uso potabile da AQP (Sinni, Pertusillo, Fortore, Locone e Conza) risultava addirittura maggiore rispetto al dato medio registrato negli ultimi 10 anni.

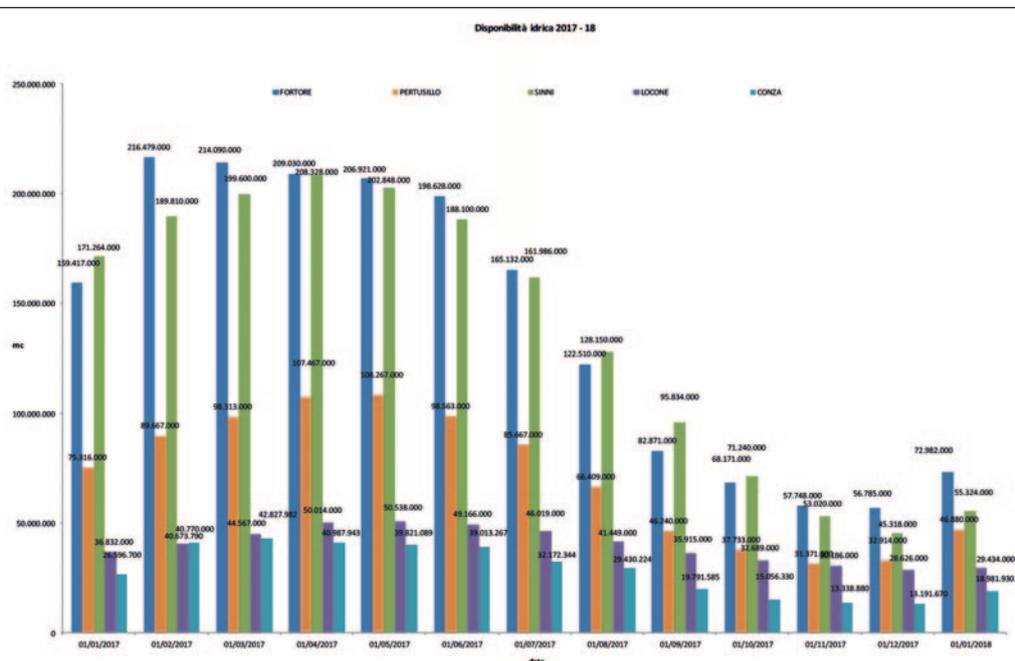
Lo scenario pertanto non destava, in un'ipotesi di precipitazioni in linea con la media del periodo, particolare preoccupazione.

La pesante siccità, che ha caratterizzato gran parte del 2017 e ha interessato in particolare la Basilicata, ha radicalmente cambiato lo scenario.

Nonostante la situazione di deficit che ha caratterizzato i volumi invasati, per far fronte alla situazione di forte calo delle sorgenti, si è dovuto, comunque, ricorrere ad un maggiore prelievo dagli invasi, in particolare da quello del Sinni.

L'andamento dei volumi invasati riportato nel seguito rappresenta in modo emblematico l'impatto che la siccità e i forti consumi hanno avuto sui volumi disponibili in tutti gli invasi che servono il sistema AQP.

Figura 7. 19: Diagramma dei volumi invasati dal 01 gen 2017 al 01 gen 2018



Alla fine del mese di giugno è stato ammesso all'uso potabile il potabilizzatore alimentato dall'invaso di Conza. Il suo apporto ha in parte consentito di contenere i prelievi dagli altri invasi e meglio fronteggiare la crisi idrica in atto.

La distribuzione per regione della risorsa proveniente dagli invasi è stata la seguente:

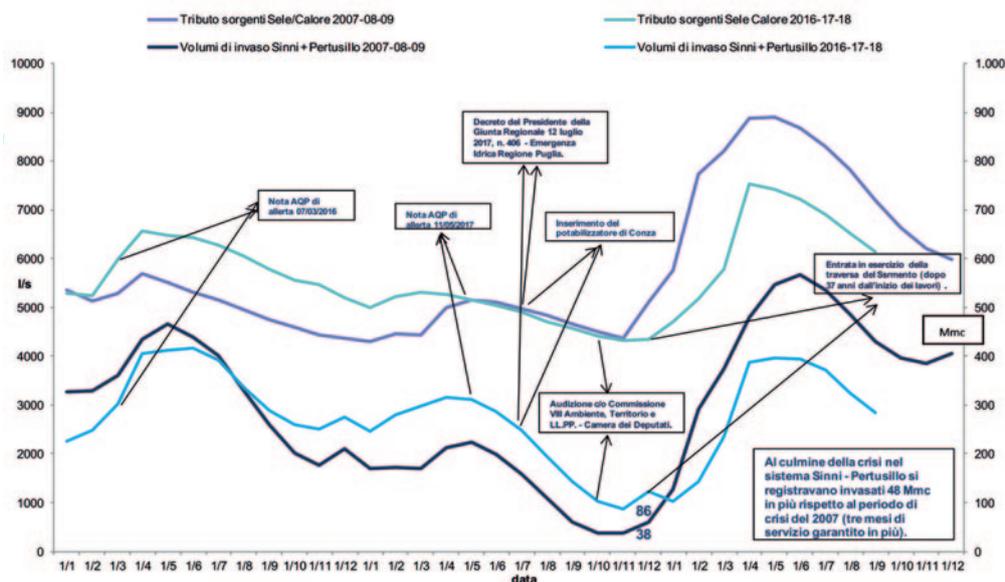
- Basilicata: 12 Mmc (11 Mmc nel 2016);
- Puglia: 321 Mmc (290 Mmc nel 2016).

Oltre all'incremento del prelievo dagli invasi, per fronteggiare la situazione di emergenza, si è proceduto anche ad incrementare del 10% i prelievi dai pozzi.

Acquedotto Pugliese ha tenuto sotto controllo costantemente la situazione e, grazie ai modelli previsionali citati in precedenza, ha potuto valutare continuamente le disponibilità idriche su cui si poteva far conto nel breve e nel medio termine.

Agli inizi di maggio 2017 Acquedotto Pugliese ha trasmesso una comunicazione a tutti i soggetti istituzionalmente interessati nella quale si chiedeva la costituzione di un "Tavolo Tecnico Interistituzionale finalizzato al monitoraggio della situazione al fine di assumere le necessarie decisioni in tempo utile". Gli effetti più importanti di tutte queste azioni sono stati, dal lato dell'approvvigionamento, l'utilizzo dell'invaso di Conza per l'uso potabile, la possibilità di incrementare il prelievo dai pozzi e una maggiore capacità di incidere sui consumi di altri utenti differenti da AQP, in particolare quelli irrigui, in maniera tale da poter avere, alla fine della stagione di irrigazione, volumi invasati nei laghi che garantissero una maggiore autonomia di approvvigionamento, come si evince dal diagramma riportato di seguito.

**Figura 7.20: Confronto dell'andamento del tributo delle sorgenti e del volume invasato nei laghi del Sinni e del Pertusillo nei periodi siccitosi 2007/08/09 e 2016/17/18.**



### 7.3.8 La distribuzione idrica

Il primo passo per prevenire e limitare gli effetti di uno scenario di crisi idrica è l'implementazione di sistemi strutturati di monitoraggio delle reti e la rilevazione precoce delle perdite reali.

Il controllo deve necessariamente passare da un confronto tra la quantità immessa e quella prelevata. Il bilancio idrico, infatti, consiste nella determinazione delle portate entranti e uscenti da un sistema acquedottistico ed è uno degli strumenti cardine per il controllo del livello di perdita di una rete.

Le uscite dal sistema sono caratterizzate dai prelievi delle utenze domestiche, commerciali e industriali; la differenza fra l'immesso e il prelevato fornisce le cosiddette perdite reali, il cui valore può essere preciso solo se tutti gli altri elementi del bilancio possono essere misurati.

Anche al fine di diminuire il grado di indeterminazione delle portate in uscita dal sistema e consentire una ricerca più efficace e mirata delle perdite fisiche, AQP avvierà a partire dal 2020 un progetto ambizioso di *smart metering* che prevede l'ammodernamento delle totalità dei suoi contatori d'utenza (oltre un milione di misuratori), con la sostituzione degli attuali contatori, prevalentemente a turbina a getto multiplo/unico, con contatori statici digitali con batteria e radio incorporata o meccanici con radio *add-on* esterna, al fine di ridurre le perdite apparenti, dovute prevalentemente agli errori di misura.

Lo sviluppo della rete di trasmissione legata allo *smart meter* consentirà, inoltre, di implementare il numero di sensori presenti nelle reti di distribuzioni da leggere in remoto, con l'effetto di migliorare l'affidabilità dei bilanci e sviluppare un sistema di monitoraggio diffuso.

Parallelamente alla redazione dei bilanci, è indispensabile procedere con attività finalizzate al recupero della risorsa idrica in adempimento alla recente Deliberazione 917/2017/R/IDR della Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA).

Sulla base della suddetta Delibera, gli obiettivi di mantenimento e miglioramento sono stabiliti per ciascuna classe di appartenenza del macro-indicatore M1 e sono relativi al contenimento delle dispersioni e alla riduzione del volume annuo di perdite idriche totali, (somma delle perdite reali e delle perdite apparenti). Acquedotto Pugliese, al fine di massimizzare il risultato, ha selezionato le reti idriche con maggiori valori di perdita reale lineare (M1a) per un intervento mirato sulle stesse. In particolare, gli interventi consistono nella distrettualizzazione delle reti con controllo delle pressioni e nella sostituzione di condotte vetuste e ammalorate: la prima è basata su un approccio strategico destinato alla gestione ordinata delle reti, sia in termini di costi che in termini di servizio, atto a garantire efficacia e maggior semplicità delle attività di ricerca perdite; la seconda accoglie il principio elementare di rinnovo del mezzo di trasporto, riconducendo alla massima *performance* la resistenza delle tubazioni.

Nello specifico, la tecnica di distrettualizzazione costituisce la soluzione "innovativa" di gestione delle perdite e manutenzione delle reti di distribuzione. Questa avviene tramite:

- definizione dei DMA (District Metering Area) e PMZ (Pressure Management Zone);
- misure di portata e pressione all'ingresso e all'eventuale uscita di ciascun distretto, per quantificare il livello di perdita in ciascuna porzione di rete;
- utilizzo di apparecchiature innovative di telemisura e telecontrollo per l'acquisizione e la trasmissione dei dati ad un centro di controllo;
- adozione di metodologie di pressure management attraverso sistemi di regolazione della pressione in rete con valvole PRV automatiche installate nei punti di alimentazione dei distretti.
- La distrettualizzazione serve, quindi, a definire in ogni rete di distribuzione zone o aree:
- DMA (District Metered Area): porzione di rete dove è possibile calcolare più facilmente il bilancio idrico, sulla base delle misure di portata entranti e uscenti da ogni distretto, valutando l'integrità della rete e individuando i distretti con classe di perdita maggiore;

- PMZ (Pressure Management Zone): porzione di rete dove si considera efficace la regolazione delle pressioni per ottimizzare la distribuzione delle stesse da mantenersi in rete.

La tecnica di sostituzione delle condotte vetuste e ammalorate concentra l'attenzione sullo studio del funzionamento della rete idrica attraverso l'analisi storica dei dati di intervento per rotture e guasti, nonché l'analisi dello sviluppo urbanistico del territorio e, quindi, della determinazione dell'epoca di realizzazione delle condotte.

L'effetto di recupero della risorsa idrica derivante dalla sostituzione delle condotte vetuste e ammalorate è di tipo "diretto e strutturale" e presenta caratteristiche di efficacia e di immediatezza. Si osserva, tuttavia, che al risultato positivo di contenimento delle perdite, il rinnovamento delle condotte genera l'innalzamento della pressione in rete che, a meno di contesti altimetricamente svantaggiati, potrebbe assumere accezione negativa e comportare un effetto a cascata di generazione di nuovi fenomeni di rottura e di perdita.

Di contro, l'effetto di recupero della risorsa idrica derivante dalla distrettualizzazione delle reti di distribuzione cittadine con applicazione di sistemi per il contenimento delle pressioni è di tipo "indiretto e metodologico" e trova fondamento nel principio dell'idraulica secondo cui la perdita all'interno di una condotta idrica sarà tanto più grande quanto maggiore è la pressione a cui è sottoposta l'acqua in essa trasportata. Infatti, esiste un legame diretto tra la pressione in rete  $P$  e le perdite fisiche (formula di *Germanopoulos*) secondo una relazione del tipo:  $Q_{perdite} = \alpha * P^\beta$  con  $\alpha$  e  $\beta$  coefficienti di perdita in funzione delle caratteristiche della tubazione e del deterioramento del sistema. L'azione di controllo della pressione, espressione che sintetizza le operazioni di riduzione della stessa e contestuale il mantenimento del servizio ottimale all'utenza, si configura, così, come un'utile soluzione per la riduzione delle perdite.

Ognuno dei due approcci così descritti possiede valore ed efficacia nell'obiettivo del recupero della risorsa, ma operando su entrambe le linee è possibile sostenere la durabilità del risultato e la affidabilità della previsione complessiva: il controllo delle pressioni e, quindi, il governo intelligente delle reti rafforzano gli effetti di rinnovamento delle condotte.

La molteplicità e l'efficacia degli interventi messi in campo da Acquedotto Pugliese negli ultimi anni hanno consentito il recupero di circa 60 milioni di metri cubi di perdita, valore che si stima di raddoppiare con gli imminenti progetti di riabilitazione.

### 7.3.9 La crisi del 2017

#### La comunicazione

Acquedotto Pugliese, per far fronte alle condizioni di perdurante siccità e ridotta disponibilità idrica alle fonti che si sono verificate nel periodo estivo del 2017, ha avviato un articolato piano emergenziale che ha visto il coinvolgimento di tutti gli stakeholder, dalle istituzioni territoriali ai clienti.

Nel periodo contingente, la società ha favorito l'istituzione di tavoli tecnici con i principali soggetti nazionali, regionali e locali (Camera dei Deputati, Autorità di Distretto, AIP, Regione Puglia, ANCI) con le quali ha condiviso la linea d'azione per far fronte alla situazione emergenziale.

Di concerto con le autorità, AQP ha avviato molteplici attività di comunicazione mirate a sensibilizzare al valore e alla tutela dell'acqua, bene comune esauribile, diffondere tra gli utenti le buone pratiche per il risparmio della risorsa e l'utilizzo di impianti domestici adeguati ai propri fabbisogni, nonché informare sulle attività di regolazione idraulica nelle reti operate da AQP e sulle conseguenze di tali azioni sulla qualità percepita del servizio.

"Acqua: risparmiare si può!" è la campagna di Acquedotto Pugliese volta a promuovere un uso

corretto e consapevole dell'acqua, finalizzato alla riduzione degli sprechi. Dieci semplici regole per un uso responsabile dell'acqua sono il cuore della campagna di informazione ideata da Acquedotto Pugliese, con il Patrocinio dell'Assessorato alle Opere Pubbliche della Regione Puglia e l'Autorità Idrica Pugliese. Comportamenti virtuosi ai quali Acquedotto Pugliese raccomanda di associare la dotazione di un impianto idrico interno efficiente e provvisto di autoclave o booster, per un utilizzo ottimale del servizio.

La campagna è stata declinata sui principali mezzi di comunicazione (tv, radio, stampa, affissioni), sui social network, attraverso la creazione di una pagina Facebook dedicata "Acqua: risparmiare si può!", e attraverso comunicazioni alla stampa volte a fornire aggiornamenti in tempo reale sulle misure di contrasto prescelte dall'azienda e gli investimenti futuri pianificati. Previste, inoltre, comunicazioni dirette in fattura, con un apposito flyer informativo.

Figura 7.21: Immagine della campagna di comunicazione



Sempre nell'ottica di creare sinergia attorno al tema, Acquedotto Pugliese ha invitato, altresì, i Sindaci a farsi parte attiva, emanando ordinanze specifiche sul contenimento dei consumi e contribuendo alla diffusione della campagna con l'affissione di manifesti messi a disposizione dall'azienda idrica. A titolo di esempio, si ricorda l'ordinanza emanata dal Sindaco di Foggia, con la quale si vietava l'utilizzo di acqua per il lavaggio di cortili e piazzali, per l'uso irriguo il riempimento di vasche da giardini o per alimentare fontane ornamentali non dotate di impianto di ricircolo.

### Le attività tecniche

Quando il perdurare della situazione di siccità, con continua e progressiva riduzione delle fonti di approvvigionamento, non consente più il mantenimento della normale erogazione, è inevitabile ricorrere a misure di contenimento dei consumi.

La metodologia migliore di *pressure management* è quella ottenuta per mezzo di *pressure reducing valves* (PRVs), agendo sulla riduzione del cielo piezometrico nelle ore di minimo consumo e/o in quelle in cui l'esigenza idropotabile delle utenze è meno essenziale.

In quest'ottica, l'installazione di adeguati impianti di autoclave privati, che assicurino l'erogazione in tutti i punti dello stabile, consente al gestore di ridurre le pressioni in rete senza che l'utenza ne percepisca gli effetti negativi.

Nel mese di settembre 2017, con l'obiettivo di scongiurare provvedimenti quali la sospensione della fornitura nelle ore notturne e la turnazione diurna dell'erogazione, in accordo con gli Enti regionali, AQP ha avviato con lieve anticipo una progressiva riduzione del volume immesso nelle reti di distribuzione.

In tale ottica, le restrizioni sono partite sulle reti e i distretti sui quali l'abbassamento del cielo piezometrico avrebbe comportato minori disagi all'utenza e massimizzato i risparmi.

Nel mese di novembre, preso atto dai modelli previsionali (alcuni dei quali in dotazione ad AQP) dell'aggravarsi dello stato emergenziale, la società ha avviato ulteriori e più significative restrizioni. In tale circostanza, gli "impatti" con l'utenza sono stati in molti casi evidenti e non si sono fatti attendere i reclami dei cittadini, in particolar modo da coloro che, risiedendo ai piani più alti di stabili privi di idonei impianti di rilancio, avevano subito rilevanti limitazioni del servizio.

I reclami sono stati in parte mitigati grazie a un'attenta campagna di informazione, che ha visto, in *primis*, il coinvolgimento degli Enti locali, delle associazioni dei consumatori e dei *mass media*.

Il lavoro svolto da ottobre 2017 a marzo 2018 ha portato risultati positivi: i "risparmi", in termini di volume immesso, si sono attestati sui 10 milioni di metri cubi.

Nel mese di marzo 2018, grazie all'effetto combinato dei risparmi e delle precipitazioni occorse nei primi mesi dell'anno, è stato possibile dichiarare la fine dello stato emergenziale, con il progressivo ripristino della normale erogazione.

Resta il dubbio che un tale scenario di crisi si sarebbe potuto evitare, differire o limitare se si fossero attuate, per tempo, tecniche virtuose per limitare il consumo di acqua potabile in agricoltura e nell'industria, tra cui il riuso delle acque depurate.

Molta attenzione è riservata al riutilizzo dell'acqua in agricoltura, considerando che la società depura oltre 260 milioni di m<sup>3</sup> di acqua all'anno. Una soluzione estremamente virtuosa che permetterebbe di soddisfare la domanda di risorsa in particolare nei mesi estivi, con acqua di ottima qualità e, al contempo, di preservare le falde acquifere, sempre più esposte al fenomeno della salinizzazione, specialmente nelle aree costiere.

## 7.3.10 Riuso delle acque reflue

Nell'ambito delle azioni che possono contribuire a far fronte alla crisi idrica, non va dimenticato il riuso delle acque reflue.

Acquedotto Pugliese, con 25.000 km di rete idrica, 16.000 km di rete fognaria e 183 depuratori e un volume annuo di acque reflue trattate pari a 268 Mln di m<sup>3</sup>, contribuisce alla restituzione nell'ambiente di acque di caratteristiche qualitative tali da garantire la conservazione della risorsa. Con l'esercizio di 7 impianti di affinamento viene garantita la restituzione di un'acqua in grado di poter essere riutilizzata in agricoltura.

Da tempo AQP è impegnata in un importante sforzo di adeguamento di tutti i depuratori e, negli ultimi anni, seguendo gli indirizzi strategici della Regione Puglia, sta portando avanti progetti per l'affinamento delle acque depurate al fine di favorirne il riuso agricolo e civile anche per contrastare il progressivo depauperamento della falda.

Ogni giorno, il complesso delle attività sociali, produttive e ricreative che caratterizza la vita dei grandi e piccoli agglomerati urbani richiede e utilizza una grande quantità di acqua che, per poter essere restituita all'ambiente, deve necessariamente essere sottoposta a trattamento depurativo. Tale trattamento imita i processi biologici che avvengono naturalmente nei corpi recettori e risulta molto più veloce negli impianti rispetto a quanto avviene in natura, grazie alla tecnologia e all'energia impiegate. Il trattamento delle acque è tanto più spinto quanto più i corpi idrici recettori risultano "fragili".

Le acque depurate sono consegnate in diverse tipologie di recapito e al 31 dicembre 2018 lo scenario è il seguente:

- 29 impianti recapitano in acque marino-costiere (AMC);
- 9 impianti recapitano in corpi idrici superficiali (CIS);
- 143 impianti recapitano sul suolo mediante trincee, corpi idrici superficiali non significativi, campi di spandimento e sub-irrigazione;
- 2 impianti sono oggetto di lavori di potenziamento

Il trattamento, nel caso degli impianti che scaricano sul suolo, deve essere particolarmente severo in modo da rispettare i limiti imposti dalla Tab- 4 del Dlgs. 152/99 e s.m.i. Da qui al rispetto dei parametri richiesti per il riuso agricolo delle acque depurate (Decreto del 12 giugno 2003, n. 185) il passo è brevissimo.

Il riutilizzo delle acque depurate può essere considerato un pilastro su cui basare l'uso più razionale della risorsa idrica. Il vantaggio economico del riutilizzo si fonda sull'assunto della necessità di fornire alla comunità un approvvigionamento idrico, almeno per alcuni usi per i quali non si richieda acqua di elevata qualità, a costi più bassi, poiché il riciclo costa meno dello smaltimento. Il legislatore nazionale ha provveduto a regolamentare il settore (Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152). Il decreto stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane e industriali attraverso la regolamentazione delle destinazioni d'uso e dei relativi requisiti di qualità, ai fini della tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche.

Si limita così il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, si riduce l'impatto degli scarichi sui corpi idrici recettori e si favorisce il risparmio idrico mediante l'utilizzo multiplo delle acque depurate.

In particolare, il provvedimento indica tre possibilità di riutilizzo di queste acque recuperate: in campo agricolo per l'irrigazione, in campo civile per il lavaggio delle strade, per 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 per i lavaggi dei cicli termici.

Per poter riutilizzare l'acqua per uno qualsiasi di questi scopi, è necessario raggiungere un certo grado di qualità, soprattutto igienico-sanitaria. Questo può essere garantito con trattamenti avanzati finalizzati all'ottenimento di un elevato grado di qualità dell'acqua, attraverso l'abbattimento della carica microbica, dei nutrienti e delle eventuali tossiche a garanzia di un approvvigionamento di acqua depurata a costi contenuti.

Conscia di questo, da qualche anno, la Regione Puglia è fortemente impegnata nel realizzare il miglioramento della qualità della depurazione in Puglia e, in particolare, a favorire la capillare diffusione di impianti di trattamento terziario (impianti di affinamento) che possano consentire il riutilizzo multiplo delle acque trattate.

Oggi sono 7 gli impianti di affinamento in esercizio e 21 sono quelli in progettazione grazie al deciso indirizzo e i finanziamenti della Regione Puglia che ha attivamente coinvolto sia AQP e l'Autorità Idrica Pugliese che i Comuni e i gestori della risorsa idrica per l'agricoltura (Consorzi di Bonifica ed ARIF). La cultura del riuso agricolo, civile e industriale prende così sempre più piede nella nostra regione e si moltiplicano le iniziative e richieste di attenta gestione della depurazione.

## 7.4 SMAT Torino

SMAT – Società Metropolitana Acque S.p.A. – è una società per azioni a partecipazione completamente pubblica che gestisce il servizio idrico integrato per 289 Comuni dell'area metropolitana torinese a favore di oltre 2,2 milioni di abitanti.

Il territorio dell'intero Ambito Territoriale Ottimale ATO 3 Torinese comprende 90 comuni in area montana, 116 in zona pedemontana e 96 in pianura. L'intensità abitativa evidenzia una presenza del 72% in pianura (zona cittadina e cintura), del 23% in area pedemontana e solo del 5% in ambito montano.

Le fonti di approvvigionamento a servizio dell'Utenza di SMAT vedono 778 pozzi di emungimento dai quali giunge circa il 69% dell'acqua distribuita, il 17% prodotto da acque di provenienza superficiale (SMAT dispone del primo impianto italiano di potabilizzazione di acqua di origine superficiale proveniente dal fiume Po, oltre a 90 altri potabilizzatori) ed il 14% di acqua di sorgente con raccolta da 935 fonti montane che servono in prevalenza gli Utenti che risiedono nei comuni montani e pedemontani.

### 7.4.1 La crisi dell'ottobre 2017

Le fonti, che in situazione di prolungata siccità manifestano le criticità maggiori, sono quelle montane che sono sottoposte alla doppia influenza negativa dell'assenza di ricarica dell'acquifero provocata dalla carenza di precipitazioni durante il periodo estivo e dalle basse temperature durante il periodo invernale che limita il fenomeno di scioglimento del manto nevoso e quindi la disponibilità di risorsa.

Da un confronto dell'andamento delle variazioni delle temperature rilevate (media giornaliera in Piemonte nell'anno 2017 in rapporto ai dati medi raccolti nel periodo 1958-2016), emerge chiaramente un incremento delle medesime con picchi verso l'alto e verso il basso delle massime e delle minime registrate.

Tale situazione meteo-climatica ha portato alla crisi del 2017 che ha visto l'emblematica assenza di acqua anche alle sorgenti del fiume Po il 6 settembre: l'immagine della sorgente in asciutta con la pietra che indica "qui nasce il Po" è stata riportata dalle principali testate nazionali a riprova della situazione di estrema criticità ed emergenza.

Nello stesso periodo, l'indice di siccità dei bacini idrografici di Piemonte e Valle d'Aosta ha fatto registrare una situazione preoccupante sia in ambito montano, sia nella pianura: qui di seguito la rappresentazione grafica dello stato delle diverse zone idrografiche piemontesi.

Figura 7.22: temperatura giornaliera media Piemonte ANNO 2017

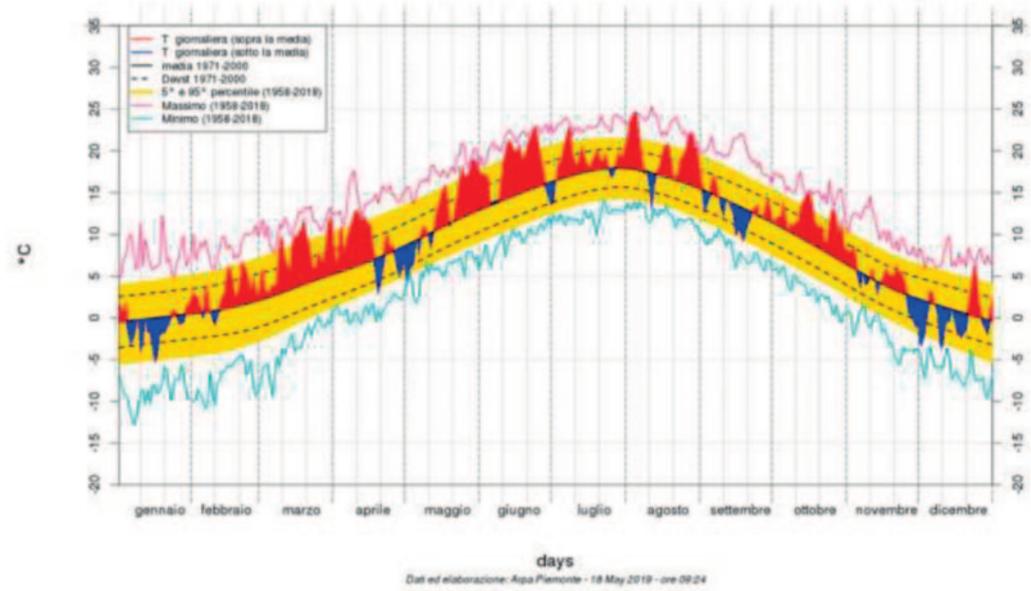


Figura 7.23: Sorgente in asciutta con la pietra che indica “qui nasce il Po”

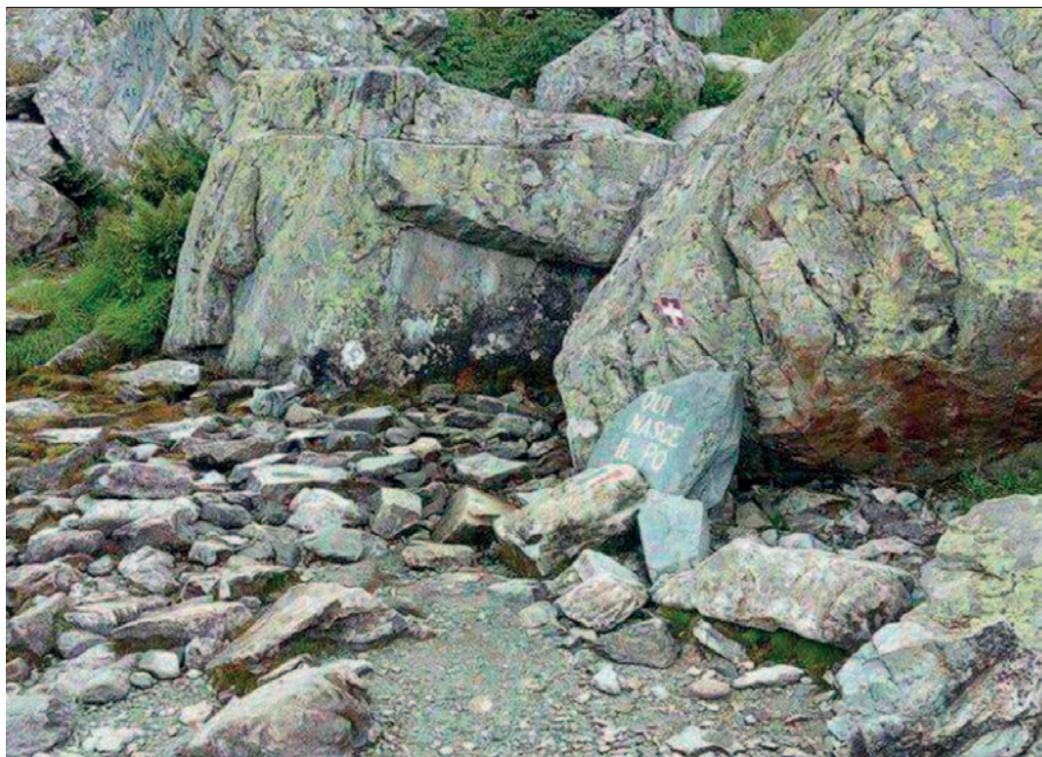
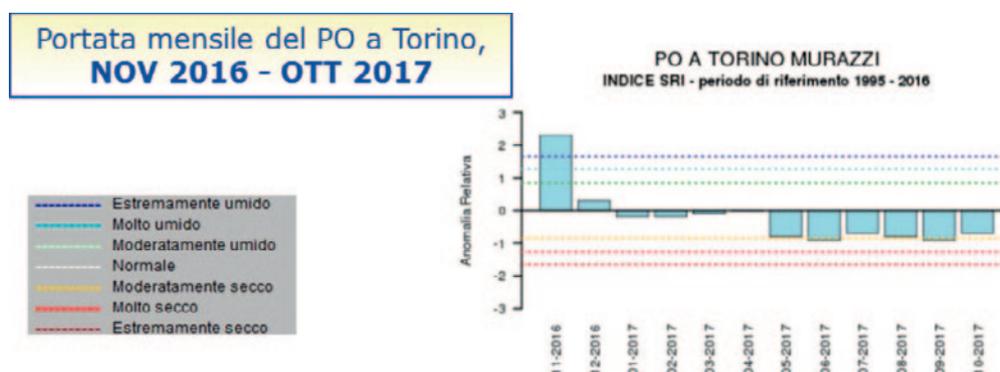


Figura 7.24: Indice di siccità dei bacini idrografici Piemonte e Valle d'Aosta



La situazione delle portate medie mensili del fiume Po, sempre dello stesso periodo, ha evidenziato una significativa riduzione della portata: nell'immagine di seguito, la portata mensile del Po a Torino - Murazzi che ha riportato valori negativi ed inferiori alla media dal mese di maggio a quello di ottobre.

Figura 7. 25: Portata mensile del Po a Torino periodo Novembre 2016 – Ottobre 2017



A fronte di un tale quadro emergenziale, nel periodo maggio – agosto 2017 solo 3 comuni dei 289 gestiti hanno sofferto di carenze idriche che sono state superate con forniture integrative e con un limitato disagio per gli Utenti. La situazione ha fatto registrare un picco di criticità nel mese di ottobre 2017 con interventi di fornitura integrativa in 13 comuni (e sempre limitati disagi per gli Utenti) e 42 comuni in massima allerta ed una flessione della necessità di intervenire già a partire dal mese di novembre con una decina di comuni serviti con forniture integrative. Il superamento delle criticità ha comportato ben 1.335 interventi per integrazione dei serbatoi alimentati da fonti montane, 15 autobotti utilizzate, una dozzina di serbatoi mobili ed un totale di circa 12.000 metri cubi di acqua approvigionata ai Comuni in emergenza.

Il sistema nel suo complesso ha dimostrato un'adeguata resilienza e questo positivo risultato è stato il frutto di complesse attività di prevenzione e mitigazione delle crisi idriche messe in essere da SMAT negli anni sia a livello infrastrutturale, sia strategico.

## 7.4.2 Le misure infrastrutturali

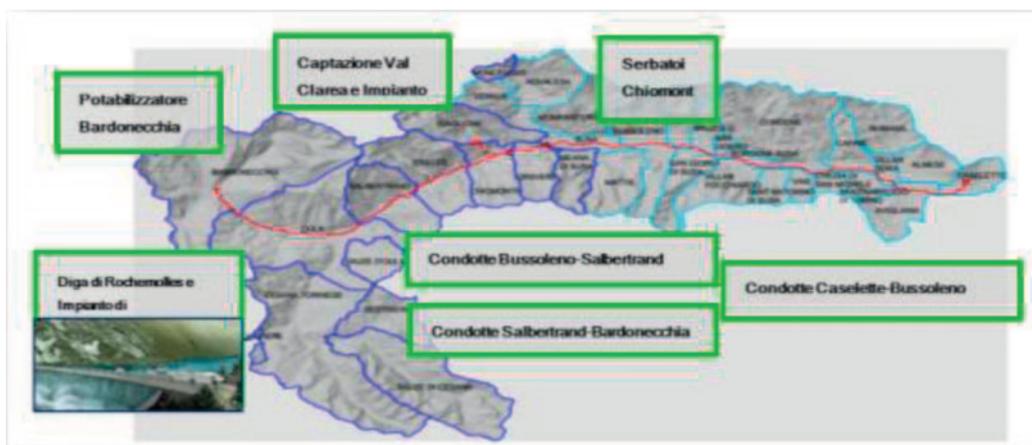
SMAT ha attivato una serie di infrastrutture destinate a risolvere fenomeni di carenza idrica sia dal punto di vista quantitativo, sia qualitativo: i) è stato dato il via a significativi investimenti per la realizzazione di acquedotti di valle che prelevano la risorsa da invasi esistenti e la rendono disponibile ad una larga fascia di Comuni, ii) sono in corso di ampliamento gli attuali bacini di raccolta delle captazioni da acque superficiali per ottimizzare e potenziare le riserve a servizio del grande impianto di potabilizzazione del fiume Po e iii) sono state realizzate delle interconnessioni fra acquedotti al fine di incrementare la resistenza dell'intero sistema acquedottistico gestito.

### *Acquedotti di valle*

Prendendo il destro dalla priorità idropotabile su ogni altro utilizzo, lo sfruttamento degli invasi esistenti ed utilizzati a scopo idroelettrico permette di reperire risorsa idrica già disponibile e di buona qualità.

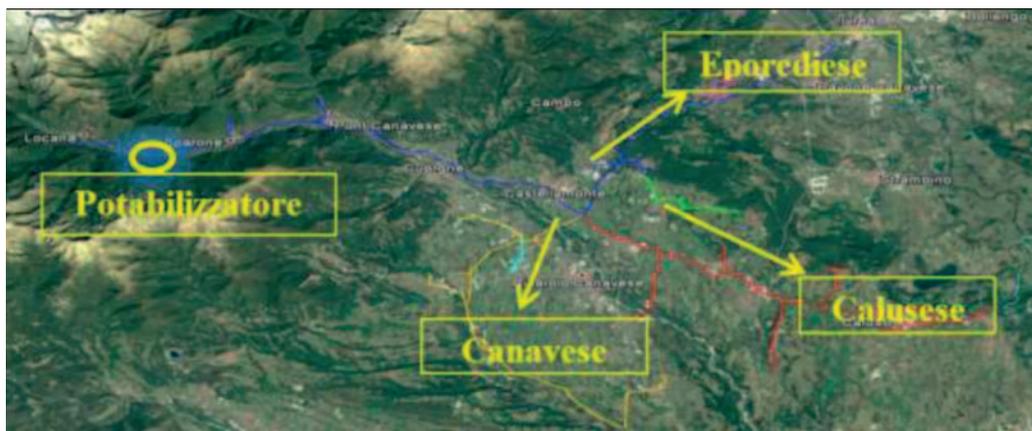
SMAT ha realizzato l'Acquedotto di Valle Susa (**Fig. 7.19**) che viene alimentato dalla diga di Rochemolles, a servizio di 27 Comuni Soci della Valle di Susa per un valore massimo di 180.000 abitanti serviti, fra residenti e fluttuanti. Il sistema idrico erogherà oltre 16 milioni di metri cubi di acqua potabile di ottima qualità attraverso 85 chilometri di condotte, anche in periodi siccitosi.

Figura 7.26: Acquedotto di Valle Susa



**L'acquedotto di Valle Orco** è una seconda opera strategica di SMAT (**Fig. 7.20**), finalizzata alla messa in sicurezza dell'intero comparto idropotabile delle aree eporediese, canavese e rivarolese, mediante l'attingimento di acqua in quota proveniente dai bacini dell'alta Valle Orco (dighe di Ceresole e Pian Telesio) e la distribuzione tramite un sistema di oltre 140 km di condotte che servirà 41 comuni a favore di circa 130.000 abitanti.

Figura 7.27: Acquedotto di Valle Orco



#### *Ampliamento bacini di lagunaggio*

L'impianto di potabilizzazione del fiume Po può prelevare acqua direttamente da una presa sul corso d'acqua, situata a ridosso dell'impianto stesso, oppure approvvigionarsi da un bacino di lagunaggio posizionato a circa 8 chilometri di distanza. Il bacino di lagunaggio permette all'acqua di sedimentare e di consegnare acqua grezza priva di torbidità, anche durante periodi di forti precipitazioni atmosferiche. Per converso, durante periodi di ridotta disponibilità di risorsa, il bacino è in grado di assicurare quanto necessario per l'operatività dell'impianto su di un orizzonte di 15 giorni. SMAT ha progettato e sta implementando il potenziamento dell'attuale bacino di lagunaggio con l'estensione da 2 a 5 milioni di metri cubi (**Fig. 7.21**), garantendo quindi la disponibilità idrica per l'alimentazione dell'impianto di potabilizzazione alternativo al prelievo diretto dal fiume. Per il tramite di questa soluzione infrastrutturale, SMAT assicurerà la fornitura idrica alla Città di Torino ed a parte dell'area metropolitana per 40 giorni, anche nella remota ipotesi di una siccità estremamente prolungata.

Figura 7.28: Attuale bacino da 2 mln di metri cubi e bacino ampliato a 5 mln di metri cubi



#### *Interconnessioni fra acquedotti*

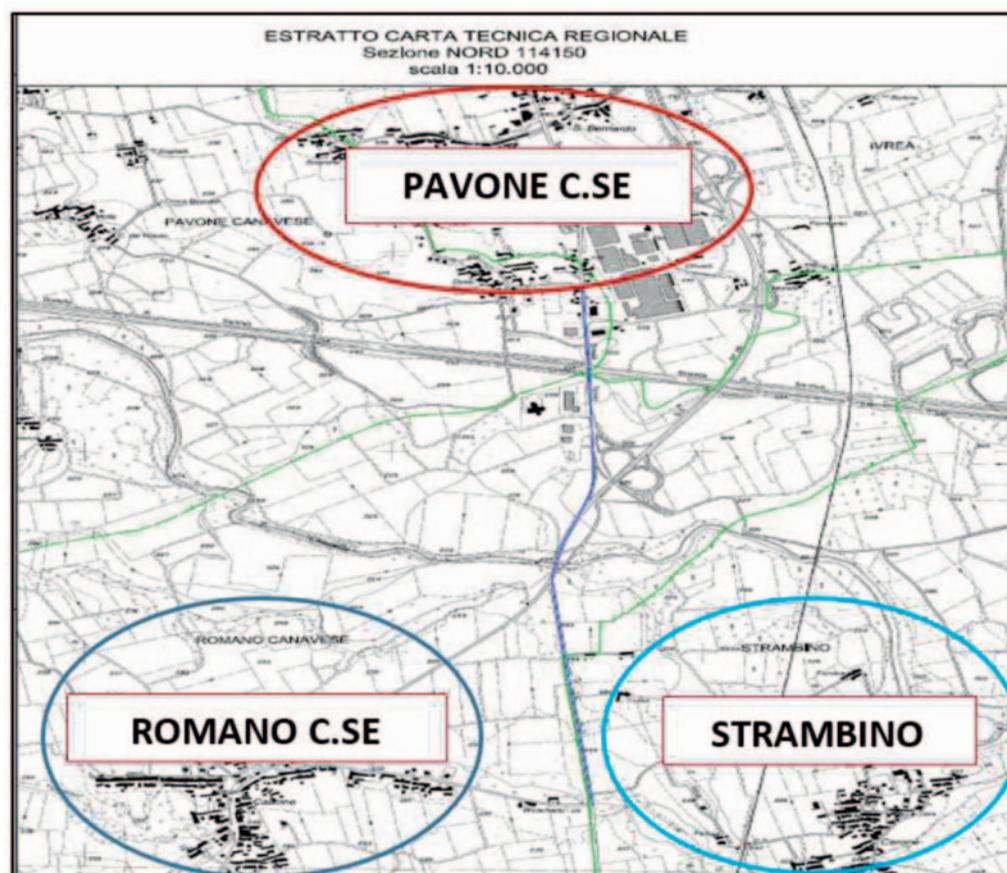
Uno dei principi fondativi dell'attuale sistema di gestione del servizio idrico integrato, già contenuto nella c.d. "Legge Galli" del 1994, è quello della solidarietà da attuarsi tramite la gestione unitaria del servizio e che sta alla base del superamento delle gestioni autonomistiche e particolari che caratterizzavano l'Italia del secolo scorso.

Spesse volte l'indisponibilità di risorsa idrica viene risolta tramite l'integrazione degli approvvigionamenti mediante trasporto dell'acqua con autobotti: sistema costoso, inefficiente ed ambientalmente poco sostenibile.

Un'alternativa alla fornitura integrativa è quella di realizzare delle interconnessioni fra schemi idrici affinché, in caso di carenza, una rete possa essere di supporto ad un'altra ed evitare interruzioni di servizio.

SMAT ha posto questo obiettivo come punto strategico ed ha attivato diverse interconnessioni fra acquedotti: nell'immagine di seguito (**Fig. 7.22**), l'interconnessione realizzata fra gli schemi idrici di tre Comuni Soci dell'area eporediese che consente di attivare il mutuo soccorso fra i 3 acquedotti, incrementando la resilienza del sistema idrico complessivo che interessa ben 13.000 abitanti.

Figura 7.29: Interconnessione tra i comuni di Pavone C. se, Romano C. se e Strambino



Si possono idealmente suddividere le misure sviluppate da SMAT fra le attività poste in essere per la prevenzione degli effetti della siccità, quelle per la gestione delle emergenze ed infine quelle per mitigarne l'impatto.

#### Attività preventive

**Riduzione delle perdite di rete.** Fra le attività preventive, la riduzione delle perdite di rete e quindi il contenimento della quantità necessaria al sistema per garantire la continuità del servizio è il primo obiettivo operativo di SMAT. Attualmente, il livello di perdite registrato nel capoluogo si attesta attorno al 24,9%, con un peggioramento a livello complessivo a causa della progressiva acquisizione dai Comuni Soci di reti di adduzione e distribuzione in stato di manutenzione non ottimale.

Le tecnologie messe in campo da SMAT per il contenimento delle perdite di rete sono sia di tipo tradizionale, sia innovativo.

Per quanto riguarda le prime, attualmente SMAT opera direttamente e con l'ausilio di più imprese per la ricerca delle perdite occulte sia con metodologie tradizionali di preascolto, sia con metodiche innovative che fanno uso di immagini satellitari. L'ampio territorio da controllare impone l'ottimizzazione della ricerca, limitando la rete sottoposta ad analisi con la distrettualizzazione. La funzione dei distretti però è destinata ad evolvere, dall'iniziale e prezioso supporto all'accertamento ed alla prelocalizzazione delle perdite a strumento di controllo permanente in grado di segnalare con tempestività l'insorgere di nuove rotture come pure di perdite di modesta, ma crescente entità. Sulla base di analisi preliminari dei dati di bilancio idrico, a partire dal 2017 SMAT ha avviato progetti specifici per la riduzione delle perdite idriche ed il rammodernamento di alcuni sistemi di distribuzione idropotabile caratterizzati da difficoltà gestionali "croniche" (Ciriè, Ivrea, Poirino). Tali progetti sono stati consolidati ed ampliati ad altri sistemi idropotabili nel corso del 2018, a partire da un iniziale supporto ai Centri nella risoluzione improrogabile delle criticità più urgenti. A partire dall'anno corrente 2019 le attività intraprese sono confluite in due macro-progetti (progetto per la distrettualizzazione delle reti: fornitura organi di manovra e strumenti di misura, ammodernamento delle reti e telecontrollo e progetto per la distrettualizzazione zona di pressione: fornitura organi di regolazione e strumenti di misura e realizzazione risolleventi) che consentiranno di ammodernare progressivamente le reti, di realizzare un più preciso controllo della loro pressione di distribuzione, di strumentarle con misure di portata e pressione idonee al controllo permanente ed infine raggiungere corretti valori di portata immessa nei sistemi e distribuiti all'Utenza. Nel prossimo biennio si intende ottenere il recupero di consistenti volumi idrici dispersi e migliorare l'efficienza dei bilanci idrici complessivi.

Sulla base dell'esperienza già maturata, dell'analisi dei bilanci idrici disponibili e della storia delle riparazioni operata sulle infrastrutture l'attenzione è stata concentrata inizialmente su venti sistemi idropotabili rilevanti per estensione delle reti e per popolazione servita.

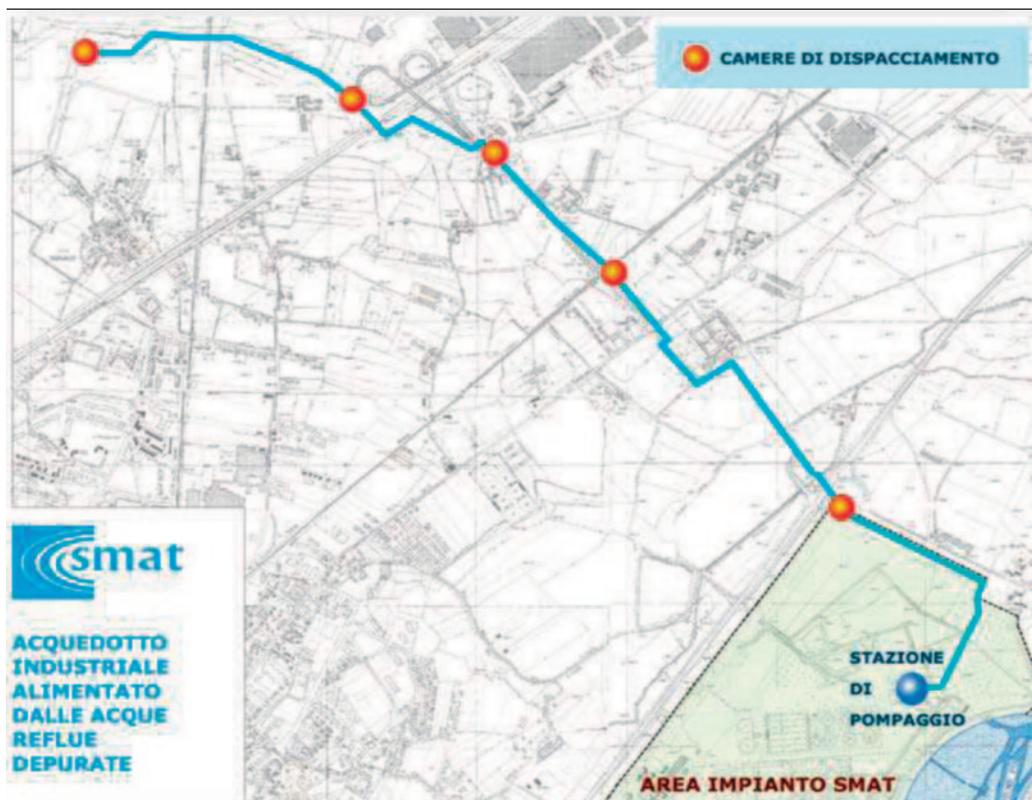
Ne è stata progettata la suddivisione in distretti e la contestuale ottimizzazione dei livelli di pressione, mediante l'installazione di apparecchiature di misura e di controllo. In funzione degli esiti – che risulteranno misurabili con continuità mediante il sistema di supervisione e controllo aziendale (TLC) il progetto potrà venire esteso agli anni successivi.

Il Centro Ricerche SMAT ha inserito tra le proprie attività tre progetti di ricerca che hanno come obiettivo l'incremento di efficienza delle reti di distribuzione. Il primo (Sviluppo di una piattaforma open source di integrazione, analisi e pubblicazione dei dati aziendali) prevede lo sviluppo di una piattaforma web per la gestione integrata e la condivisione dei dati di telemetria delle reti di distribuzione, il secondo (Costruzione di uno strumento di aiuto al decisore dedicato all'ottimizzazione delle risorse destinate alla sostituzione delle condotte del servizio acquedottistico) ha come obiettivo la modellazione matematica di tutti i sistemi acquedottistici aziendali, al fine di conoscere esattamente le dinamiche delle grandezze fisiche, chimiche e biologiche, infine il terzo (Estensione del modello matematico del sistema acquedottistico della Città di Torino ai comuni collinari collegati e uso del modello per applicazioni finalizzate) ha portato allo sviluppo di uno strumento di aiuto alla direzione per l'ottimizzazione degli investimenti destinati alla sostituzione delle condotte delle reti idriche.

**Riuso acque depurate.** Gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane dotati di trattamento di tipo terziario avanzato sono in grado di restituire all'ambiente una risorsa che – con un ulteriore processo di affinamento – può essere agevolmente riutilizzata a scopi industriali od agricoli. SMAT si è da tempo mossa in questa direzione, installando linee di trattamento di una quota parte dell'acqua depurata dagli impianti di Castiglione Torinese e di Collegno, al fine di alimentare due acquedotti industriali che forniscono risorsa alternativa alle molte imprese del territorio con

i propri stabilimenti nelle aree contigue a quelle dei rispettivi impianti di depurazione. Nello specifico, l'acquedotto industriale di Castiglione Torinese è in grado di fornire fino a 1.700 mc/h di acqua per scopi industriali di ottima qualità, attraverso una rete di distribuzione che si snoda per 5 chilometri.

Figura 7.30: Acquedotto industriale di Castiglione Torinese



Mentre parte dell'acqua depurata dall'impianto di risanamento di Collegno viene sottoposta ad un trattamento di ultrafiltrazione per poi essere pompata in una torre piezometrica ed essere messa a disposizione di un'intera area industriale. Il volume di acqua prodotta annualmente è di oltre 300.000 mc.

Entrambe le realizzazioni consentono di utilizzare acqua tecnica di qualità controllata, al posto dell'acqua di falda normalmente utilizzata a scopi industriali con il triplo vantaggio di potersi approvvigionare della risorsa a prezzi competitivi, di non doversi fare carico di autorizzazioni al prelievo e manutenzione degli impianti di pompaggio ed infine di non impoverire la prima falda.

Figura 7.31: Impianto di Collegno



**Realizzazione procedura qualità.** SMAT si è dotata di specifiche procedure in qualità da utilizzare nel contesto di situazioni d'emergenza idrica.

Le procedure sono gestite mediante Piani Operativi di Crisi e Piani Operativi di Soccorso in funzione d'eventi che comportino mancanza di fornitura idrica in relazione alla durata prevista dell'evento stesso e alla popolazione interessata.

I "Piani Operativi di Soccorso" hanno lo scopo di fornire indicazioni utili per la predisposizione, attivazione ed attuazione del soccorso stesso fornendo l'apporto tecnico necessario e definendo le strutture operative utili a fronteggiare situazioni d'emergenza idrica per una corretta gestione dell'assistenza, sia al personale della SMAT, sia alle strutture esterne d'intervento a supporto (Protezione Civile, VV.F. ecc.).

Di seguito sono riportate le indicazioni di massima, sintetizzate mediante titoli, delle singole procedure operative, partendo dall'analisi della situazione di crisi.

## ***2.5 Elaborazione dei piani di crisi e loro gestione***

### ***2.5.1 Settori aziendali coinvolti***

- Dirigenza
- Settore tecnico di competenza
- Settore operativo
- Telecontrollo
- Emergenza idrica
- Cartografia
- Finanziario
- Commerciale

### ***2.5.2 Gestione rapporto con gli utenti***

Pubbliche relazioni

Assicurazioni

### 2.5.3 Gestione piano di comunicazione

- Informazione agli Utenti sensibili
- Informazione alle Autorità
- Informazione ai Media
- Informazione alla popolazione tramite operatori sui numeri telefonici verdi
- Informazione alla popolazione tramite messaggistica registrata sui numeri verdi
- Informazione alla popolazione tramite il sito web
- Informazione alla popolazione tramite affissioni

### 2.5.4 Valutazione e stima delle conseguenze

- Aree territoriali coinvolte
- Numero di Utenti
- Tempo di crisi: carenza o limitazione del servizio
- Aspetti logistici
- Priorità per rifornimenti idrici
- Analisi degli eventi
- Valutazione dei provvedimenti migliorativi

### 2.5.5 Assistenza post – crisi

- Interventi di riattivazione/bonifica/risanamento
- Verifica efficienza procedure
- Verifica flusso di informazioni
- Recupero dispositivi concessi in uso
- Suggerimenti migliorativi
- Sviluppo coperture assicurative

#### *Attività per la mitigazione degli effetti*

**Impianto per l'insacchettamento di acqua.** La messa a disposizione della popolazione eventualmente interessata da carenza idrica di non pronta soluzione di acqua potabile sicura e controllata è un obiettivo primario, specie in quelle gravi situazioni emergenziali dove risulta problematico anche il semplice reperimento di un contenitore adatto. È il caso dei gravi eventi calamitosi come i terremoti che hanno purtroppo caratterizzato l'Italia negli ultimi decenni.

Al fine di disporre di un'unità di emergenza che consenta di rendere rapidamente disponibili rilevanti quantità di acqua potabile in sacchetti monouso, SMAT – con il contributo della Regione Piemonte -ha allestito un impianto apposito che, partendo da un punto di approvvigionamento idrico e da una connessione elettrica (sostituibile con un gruppo elettrogeno) è in grado di fornire fino a 2 m<sup>3</sup>/h di acqua in sacchetti. Il suo funzionamento è completamente automatizzato e può essere facilmente trasportato sui luoghi dell'emergenza poiché installato all'interno di un container dove sono ricompresi tutti gli apparati necessari per un immediato avviamento.

L'impianto forma un sacchetto, partendo da una bobina di polietilene tubolare che viene tagliata su di un lato per permettere l'immissione del prodotto e immediatamente richiusa per evitare l'eventuale inquinamento dell'acqua.

I sacchetti possono essere realizzati da un minimo di 1 lt. fino ad un massimo di 10 lt. utilizzando la stessa bobina di polietilene, il cambio del formato è selezionabile in modo automatico. Nor-

malmente la SMAT utilizza sacchetti a cuscino con capacità di 5 Lt con applicata una bandella a zaino per l'agevole trasporto del contenitore.

La velocità di produzione determinata dalle dimensioni del sacchetto può essere valutata, nel caso dell'utilizzo con sacchetti da 5 Lt, fino a 400 contenitori/ora. Ogni sacchetto riporta il logo SMAT, la data di produzione e la scadenza dell'acqua.

Figura 7.32: Impianto di insacchettamento dell'acqua



L'impianto per l'insacchettamento di acqua è già stato utilizzato con successo in alcune occasioni ed ha contribuito a ridurre il disagio della popolazione interessata dal fenomeno calamitoso.

**Impianto per l'imboccionamento di acqua.** Un secondo importante impianto realizzato da SMAT ed utilizzato con la finalità di ridurre il disagio degli Utenti interessati da fenomeni di emergenza idrica è quello installato presso una delle centrali di produzione SMAT. L'impianto di imboccionamento riceve la pregiata acqua di montagna captata dalle fonti di Pian della Mussa ed è in grado di produrre fino a 348 boccioni da 18,9 litri all'ora: i boccioni di policarbonato sono riutilizzabili e forniscono una quantità di acqua sufficiente a soddisfare le primarie esigenze di una famiglia in condizioni di emergenza idrica. I boccioni vengono prodotti di continuo per evitare l'invecchiamento della risorsa e sono utilizzati sia per scopi emergenziali, sia per soddisfare le esigenze di chi necessita di una fonte di acqua potabile di qualità in assenza di una fornitura di acqua corrente accessibile. È il caso, ad esempio, di officine, palestre, uffici od aree aperte al pubblico come le manifestazioni fieristiche od i congressi, dove l'acqua in boccione costituisce una valida alternativa, ambientalmente sostenibile, alle bottigliette di plastica.

Figura 7.33: Impianto per l'imboccionamento dell'acqua



Dalla sua inaugurazione, l'impianto di imboccionamento di SMAT ha prodotto quasi 700.000 bocconi ed ha rappresentato uno dei capisaldi della mitigazione degli effetti delle emergenze idriche sia causate da fenomeni siccitosi, sia da altre cause e testimoniando altresì l'attenzione di SMAT alla tutela ambientale in logica "circolare", grazie all'adozione di contenitori riutilizzabili.

**Impianti per la distribuzione di acqua alla popolazione.** La distribuzione di acqua potabile in condizioni di carenza idrica e di sicurezza qualitativa è stata presidiata con l'allestimento di appositi serbatoi mobili e di rastrelliere per la distribuzione da accoppiare ai medesimi. Ogni qual volta la causa del disservizio non è rapidamente risolvibile, SMAT mette a disposizione della popolazione i serbatoi mobili che provvede a rifornire, fornendo adeguata informazione alla cittadinanza affinché possa accedere ai punti di distribuzione. La localizzazione delle cisterne viene studiata di concerto con l'Amministrazione Comunale interessata al fine di ottimizzare l'accessibilità e minimizzare il disagio.

**Parco serbatoi mobili (1.200 e 6.000 scarrabili).** SMAT, in considerazione delle molteplici realtà comunali servite (che, spaziando dalla pianura alla montagna, hanno caratteristiche di territorio le più variegate) e nella eventuale necessità di affrontare urgenti richieste di fornitura idrica a scopo igienico potabile, ha attivato appalti dedicati con trasportatori muniti di autobotti destinate esclusivamente al trasporto di acqua potabile ed al contempo si è attrezzata con serbatoi mobili aventi caratteristiche e dimensioni che consentono un pronto trasporto ed una pronta installazione. Le operazioni d'approvvigionamento d'acqua portabile in emergenza, direttamente da autobotte oppure mediante il rifornimento di serbatoi mobili, devono essere effettuate con modalità tali da garantire la qualità dell'acqua dalla fonte d'approvvigionamento al punto d'erogazione e preservarla da manomissioni volontarie e involontarie; a questo proposito sono state individuate le seguenti sei distinte fasi operative.

1. sanificazione del mezzo con cui viene trasportata l'acqua (autobotte)
2. sanificazione dei serbatoi nei quali deve essere trasferita l'acqua
3. approvvigionamento dell'acqua potabile
4. clorazione di copertura
5. trasporto al sito
6. controllo della qualità dell'acqua

Nelle seguenti figure sono elencati le tipologie di serbatoi utilizzati da SMAT per questa attività. Si tratta di 3 serbatoi scarrabili, 8 serbatoi di medie dimensioni e 12 serbatoi di piccole dimensioni (**Fig. 7.34-7.35-7.36**).



Figura 7.34: Serbatoi scarrabili (n° 3)



Figura 7.35: Serbatoi medie dimensioni (n° 8)



Figura 7.36: Serbatoi piccole dimensioni (n° 12)



### 7.4.3 Le prossime sfide – La visione strategica

#### *Monitoraggio della falda profonda*

SMAT ha finanziato e coordinato un progetto di ricerca, svolto in collaborazione tra il proprio Centro Ricerche, l'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e il Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio del Politecnico e Università

di Torino, con il supporto di ARPA Piemonte, della Regione Piemonte e della Società Meteorologica Italiana ONLUS, che ha permesso di valutare, sul territorio servito da SMAT e con un orizzonte temporale che si spinge fino al 2050, la vulnerabilità ai cambiamenti climatici delle risorse idriche sotterranee utilizzate per scopi idropotabili in termini di disponibilità futura della risorsa idrica.

Utilizzando un insieme di differenti modelli previsionali per valutare la variazione delle variabili meteo-climatiche in differenti scenari di cambiamento climatico, sono stati delineati i possibili scenari di indirizzo.

Per valutare la quantità di acqua sotterranea disponibile è stato valutato il bilancio idrico sull'area di studio, schematicamente rappresentato in **Figura 7.30**.

Nell'area di studio le proiezioni climatiche suggeriscono una situazione fino al 2050 per lo più "stazionaria" del drenaggio a scala annuale, con una lieve tendenza all'aumento del drenaggio con maggiore precipitazione, alla diminuzione con maggiore temperatura massima ed una forte variabilità interannuale. Analizzando le proiezioni a scala trimestrale, il drenaggio mostra un contesto di generale non concordanza tra i modelli, con tuttavia una generalizzata tendenza all'incremento nel primo trimestre (fine inverno/inizio primavera) e al decremento nel Q4 (periodo autunnale). L'analisi delle precipitazioni mensili degli ultimi venti anni conferma come negli ultimi mesi dell'anno si osservi una diminuzione delle precipitazioni dei mesi di settembre e ottobre e un aumento delle precipitazioni di novembre per la maggior parte dei bacini dell'area di studio. Se confermata sul lungo periodo, questa tendenza deve essere valutata attentamente perché può comportare stress idrici superficiali che richiedono particolare attenzione.

Sia le analisi dei dati storici sia le proiezioni climatiche evidenziano la forte variabilità interannuale delle precipitazioni che perdura anche nei prossimi decenni. Il Gestore deve continuare ad essere pronto ad affrontare situazioni potenzialmente critiche a causa della variabilità delle precipitazioni da un anno all'altro, come peraltro già avvenuto negli ultimi decenni.

Tali informazioni costituiscono la prima base conoscitiva per le future linee guida e gli sviluppi strategici di SMAT, per quanto concerne le decisioni in termini gestionali, infrastrutturali e di approvvigionamento. Tale base di conoscenze costituisce un contributo fondamentale per l'intero territorio, sia per i Gestori dei servizi idrici integrati sia per le azioni di governance della risorsa idrica.

Figura 7.37: Schema di bilancio idrico in una porzione di territorio



8

## 8. IL RUOLO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE NEL CICLO DI GESTIONE DELLE CRISI IDRICHE

### 8.1 Premessa

Nell'ambito delle competenze istituzionalmente attribuite, il Dipartimento della protezione civile (DPC) e, più in generale, il Servizio nazionale della protezione civile (SNPC), ha affrontato numerose crisi idriche, particolarmente frequenti negli ultimi vent'anni. Infatti, dopo la crisi idrica del 1988-90 ed alcuni episodi siccitosi di importanza relativamente minore avvenuti negli anni successivi, dal 2000 il territorio nazionale è stato interessato da una sequenza molto serrata di eventi siccitosi e di crisi idriche: nello specifico, dopo la crisi idrica del 2002, che ha riguardato prevalentemente le Regioni meridionali e insulari, nel 2003 una siccità di notevole estensione ha interessato le Regioni settentrionali ed il bacino del Po, in particolare. Condizioni siccitose si sono verificate sempre nel bacino del Po nel 2005 e nel 2006. Nel 2007 una crisi idrica di rilevante severità ha investito le aree centrali e settentrionali del Paese (**Fig. 8.1**) ed è stata seguita da altri episodi siccitosi nel 2012 e nel 2015. Successivamente, nel 2017 vi è stata una crisi idrica che ha interessato alcune Regioni del Nord e del Centro Italia (Emilia-Romagna, Lazio, Umbria, Marche, Piemonte).

**Figura 8.1: Il fiume Po a Cremona nel 2007, anno caratterizzato da una crisi idrica di notevole gravità ed estensione. Foto Dipartimento della protezione civile.**



Nel corso dei precedenti episodi siccitosi sono state riscontrate non solo condizioni di criticità all'approvvigionamento irriguo e ad uso industriale e idroelettrico, ma anche situazioni di scarsità idrica che hanno determinato la temporanea interruzione della normale erogazione idrica a centri abitati ed insediamenti urbani, con conseguenti notevoli disagi per la popolazione. È importante

evidenziare che in molti casi sono state interessate vaste aree dove si riscontra una rimarchevole concentrazione di un consistente numero di attività agricole, manifatturiere e del terziario: è il caso, ad esempio, del bacino del Po dove si concentra il 34% del valore aggiunto creato in Italia e dove è ubicato il 29% delle aziende italiane del manifatturiero e del terziario (Musolino et al., 2019). Nella maggioranza dei casi, le predette crisi idriche si sono verificate in particolare nei mesi estivi, quando, a seguito dell'innalzamento delle temperature, si riscontra non solo un incremento dell'evapotraspirazione, ma anche un aumento della richiesta idrica per tutti i comparti d'uso.

È opportuno evidenziare che le attività di previsione, prevenzione, contrasto, mitigazione e superamento delle emergenze idriche rientrano negli ambiti di competenza di numerosi Enti e Istituzioni e che, pertanto, il ruolo del SNPC deve essere inquadrato in un contesto molto ampio e articolato, in quanto a funzioni, azioni e relative tempistiche.

Giova ricordare, al riguardo, che il Codice della protezione civile di cui al d. lgs. 2 gennaio 2018, n. 1, all'art. 16, comma 1, recita che *“L'azione del Servizio nazionale si esplica, in particolare, in relazione alle seguenti tipologie di rischi: sismico, vulcanico, da maremoto, idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici avversi, da deficit idrico e da incendi boschivi.”* Il rischio da deficit idrico viene pertanto dal legislatore annoverato, a pieno titolo, tra quelli in cui si esercita la funzione di protezione civile intesa, come riporta l'art. 1 del Codice della protezione civile, come *“[... ] l'insieme delle competenze e delle attività volte a tutelare la vita, l'integrità fisica, i beni, gli insediamenti, gli animali e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da eventi calamitosi di origine naturale o derivanti dall'attività dell'uomo”*.

Nei paragrafi successivi si analizzerà il ruolo che svolge il DPC nell'intero ciclo di gestione di una crisi idrica, e quindi nelle attività volte alla previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, alla gestione delle emergenze e al loro superamento.

## 8.2 Previsione e prevenzione

La siccità e le crisi idriche sono caratterizzate, a differenza di molte altre calamità naturali quali terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni etc., da una dinamica temporale che si sviluppa su tempi sovente molto lunghi, dell'ordine dei mesi o degli anni: occorre pertanto un periodo prolungato di deficit pluviometrico ed idrologico perché se ne possano dispiegare gli effetti. Il monitoraggio dell'evolversi della situazione meteoclimatica e della variazione del quadro idrologico assume pertanto un ruolo fondamentale. Pur tra numerose e non trascurabili difficoltà, si sta affermando un approccio di tipo “proattivo” (Rossi et al., 1995, 2007; Rossi, 2000) alla gestione delle crisi idriche, basato sul costante e continuo monitoraggio delle variabili idrometeorologiche e delle disponibilità idriche, sul continuo aggiornamento degli scenari di impatto, sulla individuazione e sulla predisposizione di misure e interventi. Un'ulteriore strategia di gestione della risorsa idrica, anche in condizioni di scarsità, è quella di tipo “adattivo” (e.g., Owens, 2009; Williams, 2011) in cui, data la complessità e l'incertezza dei fenomeni coinvolti, gli effetti delle azioni pianificate sono costantemente monitorati per apportare i necessari aggiustamenti per raggiungere gli scopi prefissati. Tali strategie sono senz'altro più efficaci di un approccio di tipo “reattivo” caratterizzato invece dal fatto di porre in essere azioni di contrasto solo ad emergenza in atto. Ovviamente attuare una strategia che comporti un monitoraggio costante del fenomeno e l'attuazione di politiche atte alla riduzione delle cause e non solamente ad una gestione di tipo emergenziale, richiede uno sforzo maggiore, ma consente di ottenere risultati più soddisfacenti. Il DPC, congiuntamente ad altri Enti e Istituzioni, sia centrali che periferiche, è direttamente coin-

volto nell'attuazione concreta di tale disegno.

Le attività di previsione e prevenzione sono strettamente connesse: infatti, prevedere tempestivamente l'approssimarsi di condizioni siccitose, consente di predisporre in tempo utile misure ed interventi che possono permettere di mitigare gli impatti dei fenomeni siccitosi, per lo meno nelle sue forme più estreme.

È pertanto di notevole rilevanza delineare i caratteri fondamentali dei possibili scenari di evento e di rischio delle crisi idriche, anche con il supporto di soggetti dotati di elevata qualificazione scientifica, ad es. Università e Istituti di Ricerca: infatti, per quanto attiene alla fase di previsione, il Codice della protezione civile recita all'art. 2 comma 2 che la previsione *“consiste nell'insieme delle attività, svolte anche con il concorso di soggetti dotati di competenza scientifica, tecnica e amministrativa, dirette all'identificazione e allo studio, anche dinamico, degli scenari di rischio possibili, per le esigenze di allertamento del Servizio nazionale, ove possibile, e di pianificazione di protezione civile”*.

La previsione della siccità e delle crisi idriche è un'attività complessa ed articolata, che non può essere ricondotta solamente alla rilevazione sistematica di una sola grandezza fisica, ma deve contemplare necessariamente l'analisi integrata di numerosi elementi tecnici e anche opportuni riscontri e giudizi di tipo esperto.

In linea generale, l'attività di previsione della siccità e delle crisi idriche viene svolta effettuando costantemente il monitoraggio delle variabili meteorologiche (**Fig. 8.2**) e delle disponibilità idriche: si tratta di due ampi filoni di attività, non mutuamente esclusivi, ma complementari e tra i quali esistono ampie interconnessioni.

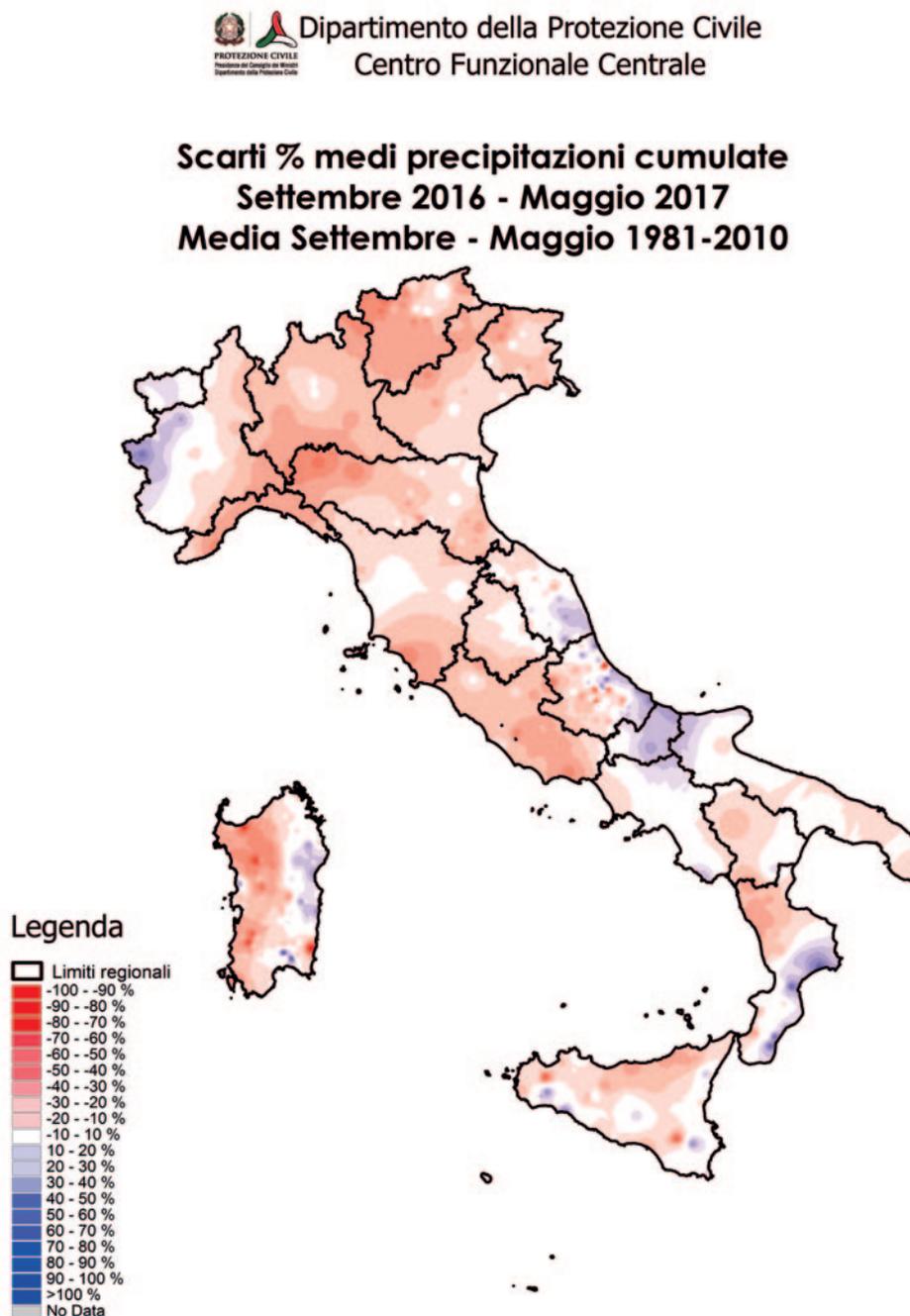
Una delle attività maggiormente rilevanti che viene effettuata costantemente dal DPC, ed in particolare dal Centro Funzionale Centrale (CFC), è il monitoraggio delle precipitazioni, tipicamente su base mensile e degli eventuali scostamenti degli afflussi meteorici rispetto alle medie storiche di riferimento.

La persistenza di significative anomalie pluviometriche negative su ampie aree è uno degli elementi che, il più delle volte, richiama l'attenzione degli operatori e induce un'intensificazione delle attività di monitoraggio, nonché l'analisi di altri elementi tecnici. Pur in presenza di condizioni di riduzione delle precipitazioni relativamente simili, in termini di durata e severità, l'innescio effettivo di una crisi idrica si presenta in modo differente da un'area all'altra, in ragione di numerosi fattori che riguardano il numero e la tipologia delle fonti di approvvigionamento idrico, le caratteristiche del sistema di approvvigionamento e di distribuzione, la presenza o meno di fonti alternative, l'interconnessione con altri schemi idrici, etc.: i predetti fattori concorrono a determinare quella che può essere definita in senso generale come la resilienza di un sistema di approvvigionamento idrico nei confronti di un fenomeno siccitoso e cioè la capacità dello stesso di assicurare una dotazione idrica sufficiente, pur in presenza di intensi fattori di stress quali la prolungata assenza di significativi apporti meteorici.

Unitamente al monitoraggio delle precipitazioni, viene effettuata anche l'analisi dell'andamento delle temperature che, come precedentemente richiamato, incrementano in modo significativo l'ammontare dei prelievi e dei consumi per i diversi settori d'uso delle risorse idriche. Anche in questo caso, di particolare interesse è non solo l'analisi dei valori di temperatura, ma anche l'esame degli scostamenti delle temperature rispetto alle medie storiche di riferimento.

È particolarmente utile in tale contesto non solo il monitoraggio dei predetti valori meteorologici, ma anche la consultazione di bollettini e report riguardanti la variazione di alcuni indici e indicatori. Tali bollettini vengono redatti da Ministeri, Regioni, Istituti di Ricerca, etc. e riportano l'andamento di indicatori di particolare interesse per il monitoraggio della siccità, quale ad es. l'SPI (Mc Kee et al., 1993).

Figura 8.2: Scarti medi percentuali precipitazioni cumulate nel periodo set. 2016 – mag. 2017, confrontati con le medie storiche di riferimento. Elaborazioni del CFC del Dipartimento della protezione civile, medie storiche fornite dal sistema SCIA dell'ISPRA.



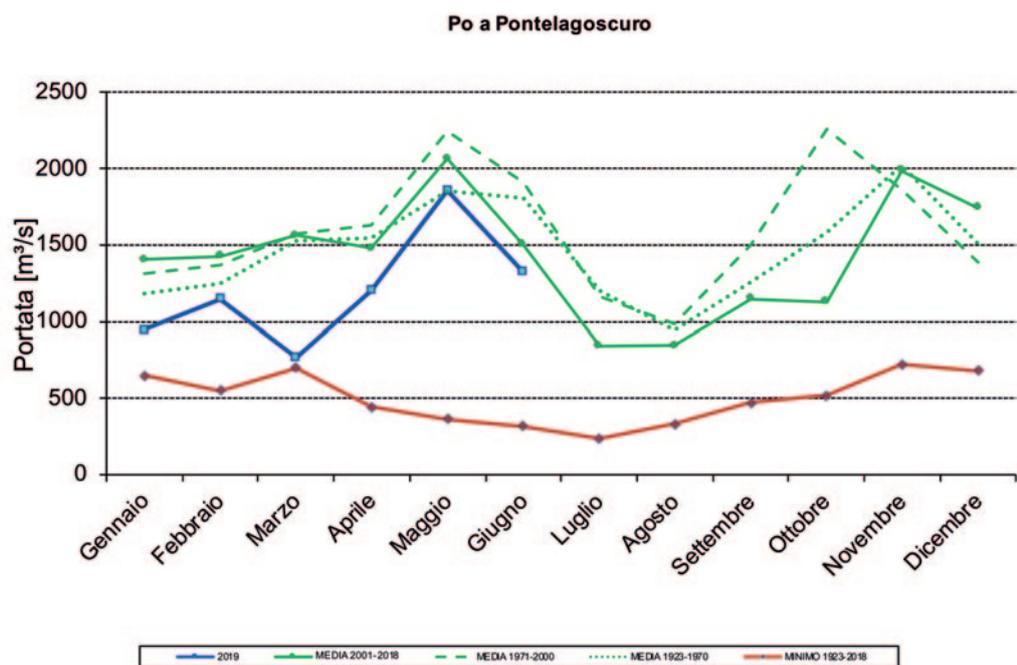
Per quanto di notevole rilevanza, il monitoraggio delle variabili meteorologiche quali la precipitazione e la temperatura non è tuttavia il più delle volte sufficiente a predire con precisione l'imminente insorgenza di criticità nell'approvvigionamento idrico: infatti, come prima richiamato, l'innescio di crisi idriche dipende da numerosi fattori.

Pertanto, il monitoraggio delle variabili meteorologiche viene generalmente integrato con l'analisi della disponibilità idrica nelle diverse forme (European Commission, 2008; USGS, 2002).

Gli indicatori di disponibilità idrica più comuni rilevati con cadenza giornaliera, settimanale o men-

sile sono relativi alle acque superficiali (portate idriche nei fiumi, volumi idrici invasati nei serbatoi artificiali e nei laghi regolati, estensione della copertura nevosa, equivalente idrico della neve, etc.) e alle acque sotterranee (numero dei pozzi, portate erogate, andamento dei livelli piezometrici, etc.). Gli indicatori relativi agli utilizzi sono rilevati generalmente con differente cadenza temporale e prendono in considerazione i prelievi, distinti per tipologia delle fonti (superficiali o sotterranee) e finalità (irriguo, industriale, idropotabile, energetico), i differenti volumi idrici trattati (acqua potabilizzata, acqua addotta, acqua fatturata), la popolazione servita, le perdite di rete, etc. Per quanto riguarda le acque superficiali, nel territorio nazionale si effettua il monitoraggio periodico sia delle portate delle grandi aste fluviali (Po, Adige, Tevere, Arno, etc.) sia di altre aste fluviali che assumono notevole importanza a livello locale e regionale. I dati provengono prevalentemente dalle stazioni di monitoraggio della rete dei Centri Funzionali, usate per le attività di monitoraggio strumentale per la previsione e prevenzione degli eventi alluvionali. Di norma, viene effettuato il confronto con le medie storiche di riferimento e/o con anni nei quali si sono verificati episodi siccitosi (Fig. 8.3).

Figura 8.3: Deflussi mensili medi del Po a Pontelagoscuro nel 2019, confrontati con le medie storiche di riferimento. Fonte: ARPAE Emilia-Romagna – Servizio Idrografia e Idrologia regionale e Distretto Po - Struttura IdroMeteoClima.



Molto importante è anche il monitoraggio dei volumi idrici invasati nei serbatoi artificiali, presenti in tutto il territorio nazionale, ma maggiormente diffusi nelle Regioni settentrionali per l'uso idroelettrico e nel Mezzogiorno per gli utilizzi irriguo ed idropotabile. Anche in questo caso i valori dei volumi idrici invasati, rilevati su scala mensile o anche su altre scale temporali, vengono confrontati con i valori medi storici o con anni nei quali si sono verificati crisi idriche di particolare gravità. I dati provengono per lo più dalle Amministrazioni Regionali o dalle Autorità di Bacino/Distretto, che le raccolgono presso gli Enti Gestori.

Procedimento analogo avviene nei laghi regolati: nel caso dell'Italia, particolare importanza per gli usi irrigui assumono i laghi prealpini regolati, quali il lago Maggiore, il lago di Como, il lago

d'Iseo, il lago di Garda e il lago d'Idro. Si tratta di corpi idrici di consistente volume ed estensione, la cui regolazione avviene per mezzo di opere di sbarramento idraulico che consentono la modulazione dei deflussi nei fiumi emissari dei predetti corsi d'acqua.

La valutazione della disponibilità idrica deve inoltre tenere in debita considerazione la presenza di ingenti quantità di risorsa idrica immagazzinata sotto forma di copertura nevosa nei mesi autunnali ed invernali e che viene successivamente rilasciata in forma liquida a seguito della fusione: in questo caso, il monitoraggio dell'equivalente idrico della neve si avvale proficuamente dell'utilizzo delle immagini satellitari che consentono una valutazione molto accurata dell'estensione della copertura nevosa, nonché dei dati a terra per la determinazione della densità e dell'altezza del manto nevoso, necessari per quantificare l'acqua presente sotto forma di neve.

Le piattaforme satellitari maggiormente utilizzate per tale attività sono i satelliti polari MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) Terra e MODIS Acqua (**Fig. 8.4**), nonché i satelliti Sentinel del contesto europeo Copernicus. La copertura nevosa può essere stimata solo nel caso di mancanza di copertura nuvolosa.

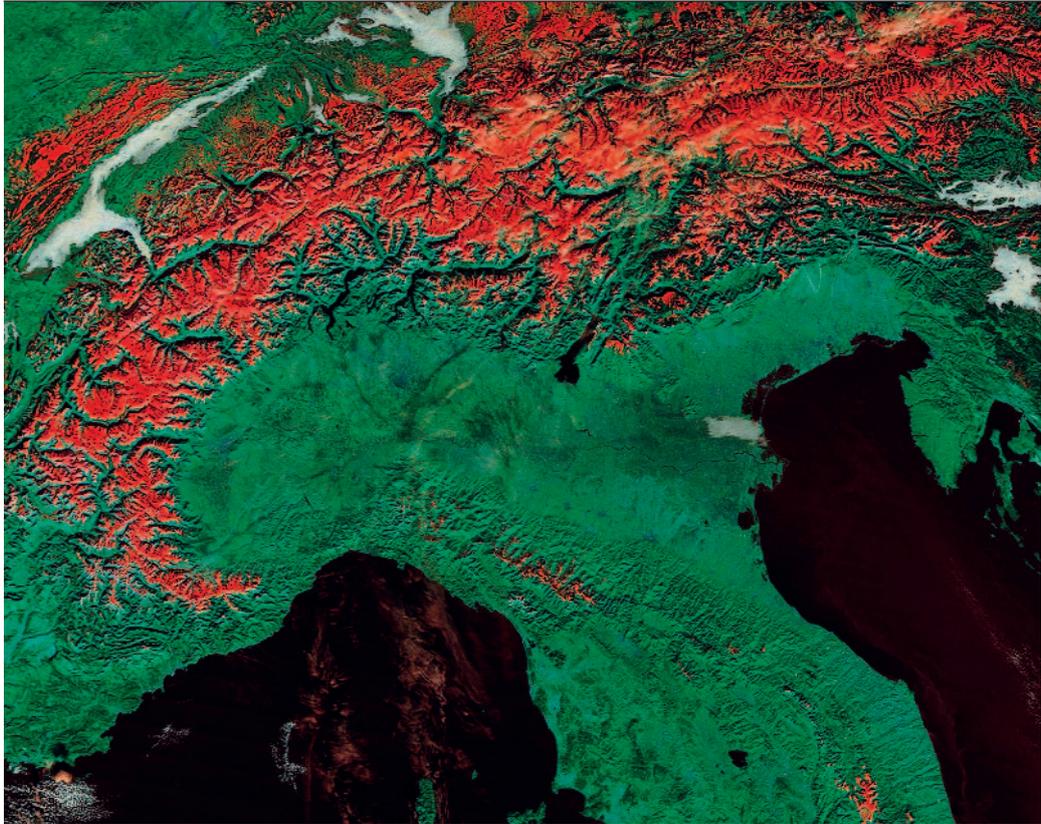
I dati a terra in tempo reale provengono dai nivometri della rete dei Centri Funzionali, di proprietà delle Amministrazioni Regionali. Rilievi su base giornaliera dell'altezza e della densità del manto nevoso sono effettuati nei campi neve dei Carabinieri Forestali, del Comando Truppe Alpine e dall'AINEVA (Associazione Interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla neve e alle valanghe); i dati dell'altezza del manto nevoso vengono altresì forniti dai Carabinieri Forestali, secondo quanto previsto dal protocollo Nevemont, anche in contesti non montani (pianura e/o collina), principalmente a supporto della viabilità, ma che risultano ugualmente utili per un eventuale calcolo della stima dell'equivalente idrico nell'ambito dell'allertamento per la valutazione delle criticità idrauliche legate al contributo nivale sui corsi d'acqua, qualora dovessero verificarsi repentini rialzi termici e precipitazioni acquose dopo intense nevicate sui bacini idrici.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, che rivestono una risorsa strategica per l'approvvigionamento idrico, indicatori molto utili sono il numero e la capacità dei pozzi, nonché l'analisi dell'andamento temporale dei livelli piezometrici. Il monitoraggio delle acque sotterranee, purtroppo, non viene effettuato sempre e sistematicamente, ma consente di ottenere preziose informazioni sugli acquiferi sotterranei.

I dati relativi agli utilizzi vengono invece raccolti con cadenza molto variabile, da giornaliera ad annuale: in tale ambito, spicca senza dubbio per importanza il consistente lavoro svolto dall'Istat, nei differenti comparti d'uso e costantemente pubblicato in appositi studi e report resi disponibili sul sito Internet dell'Istat.

Inoltre, in un'ottica volta alla predizione di possibili condizioni favorevoli per l'insorgenza di episodi siccitosi, sin dal 2007 il DPC ha promosso un tavolo tecnico per l'analisi delle previsioni meteorologiche mensili e stagionali, avvalendosi della collaborazione di meteorologi e climatologi afferenti ad Istituti di Ricerca, ad Amministrazione Regionali, all'Aeronautica Militare, etc. In particolare, nel 2008 è stato formalmente costituito un "*Gruppo tecnico-scientifico per le previsioni meteorologiche mensili e stagionali a scala nazionale e per le analisi climatologiche*", composto dai rappresentanti del Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica dell'Aeronautica Militare (CNMCA), dell'Istituto di Biometeorologia del CNR (CNR-IBIMET), del Servizio Idro Meteo Clima dell'ARPAE della Regione Emilia Romagna (ARPAE - SIMC), dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR (CNR-ISAC), del CREA e dell'ISPRA.

**Figura 8.4:** Immagine ripresa dal satellite MODIS: in rosso la copertura nevosa.  
**Fonte:** Elaborazione Dipartimento della protezione civile.



**Figura 8.5:** Riunione del Gruppo tecnico-scientifico per le previsioni meteorologiche mensili e stagionali a scala nazionale e per le analisi climatologiche presso la sede del Dipartimento della protezione civile.  
**Fonte:** Dipartimento della protezione civile.



Il predetto Gruppo tecnico-scientifico, coordinato dal Dirigente del CFC, si riunisce con cadenza periodica presso il DPC (**Fig. 8.5**), per individuare e condividere gli scenari climatologici previsionali più probabili, per il mese successivo (previsione mensile) e per il trimestre di riferimento (previsione trimestrale) sul bacino del Mediterraneo centrale, nonché per valutare, su scala nazionale, il quadro complessivo delle disponibilità idriche. Ancorché caratterizzata da un'incertezza previsionale significativamente differente rispetto alle previsioni meteorologiche a pochi giorni, tale attività fornisce comunque utili indicazioni non solo per la predizione di condizioni predisponenti alla siccità, ma anche per le eventuali ondate di calore e per contrastare gli incendi boschivi. Pertanto, sulla base dei dati disponibili, riguardanti le variabili meteorologiche, la disponibilità idrica, il quadro degli utilizzi e gli scenari previsionali a breve-medio termine, viene effettuata un'attività tecnica di valutazione che è finalizzata alla elaborazione di una sintesi della situazione idrica e degli scenari futuri che possa essere di supporto per le finalità di protezione civile, dalla fase di previsione alla fase di gestione e superamento dell'emergenza. Occorre a tal riguardo sottolineare alcuni aspetti riguardanti l'acquisizione e l'elaborazione dei dati necessari per la predetta attività: come si avrà avuto modo di notare da quanto sopra esposto, i dati riguardanti la disponibilità idrica, sia essa superficiale che sotterranea, nonché quelli afferenti gli utilizzi, provengono da numerosi Enti ed Istituzioni quali Autorità di Bacino Distrettuali, Amministrazioni Regionali, Consorzi di Bonifica, Imprese private, etc. L'individuazione di un set di indicatori di disponibilità idrica che possa segnalare l'approssimarsi di potenziali condizioni di scarsità idrica e consentire il monitoraggio della crisi, è di interesse strategico ai fini di protezione civile. Non si tratta, tuttavia, di un'attività banalmente operativa, in ragione di numerosi e rilevanti fattori non sempre di natura tecnica che, di fatto, costituiscono elementi di significativa criticità, dall'elevata frammentazione gestionale alla incompletezza delle serie storiche, dall'assenza di studi dedicati all'assenza o alla inadeguatezza di forme di cooperazione e condivisione, nonché, in ultimo, ma non certo per importanza, alla mancanza talvolta di un adeguato *commitment* sul tema delle previsione e prevenzione delle crisi idriche. Ancora oggi, i dati disponibili riguardanti le risorse idriche, non sempre sono sufficienti per predire con adeguata precisione l'approssimarsi di condizioni predisponenti all'insorgenza di crisi idriche.

È di tutta evidenza, quindi, che la possibilità di fornire un tempestivo preannuncio di crisi idrica costituisce una sfida che non potrà che essere affrontata mediante l'impegno congiunto, costante e condiviso di una pluralità di soggetti istituzionali, a vario titolo competenti in materia di gestione delle risorse idriche e di previsione, prevenzione e gestione delle crisi idriche.

Proprio a tal fine, il Dipartimento ha sottoscritto nel luglio 2016 i protocolli d'intesa istitutivi degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici delle Autorità di Bacino Distrettuali, la cui istituzione è stata promossa dal MATTM. Gli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici sono organismi collegiali con compiti di raccolta, analisi e valutazione congiunta dei dati riguardanti le variabili meteorologiche e le disponibilità idriche, a supporto degli Enti Istituzionalmente competenti in materia di gestione della risorsa idrica. Oltre a costituire una specifica misura dei Piani di Gestione distrettuali, gli Osservatori rispondono all'esigenza di fornire supporto tecnico ad una nuova *governance* dell'acqua, che tenga conto della notevole complessità della gestione della risorsa idrica, intesa nel senso più ampio, e cioè comprensiva della conoscenza degli assetti infrastrutturali, della notevole diversificazione e interdipendenza degli usi, dell'entità dei prelievi, etc. Una *governance* innovativa, dunque, basata non già sulla rigida suddivisione delle competenze, ma sulla condivisione dei quadri informativi, sul dialogo tra le parti e sulla cooperazione.

Gli Osservatori degli utilizzi idrici costituiscono dunque la sede per la condivisione delle informazioni disponibili da parte degli attori istituzionali competenti che, preso atto degli scenari previsti, programmano ed attuano gli interventi, le attività ed i provvedimenti volti alla prevenzione

ed alla mitigazione delle crisi idriche. Se poste in essere con la necessaria tempestività, tali azioni consentono di ridurre considerevolmente gli impatti della siccità e delle crisi idriche.

In merito alle misure di prevenzione e mitigazione delle crisi idriche, esiste una vasta letteratura (Rossi, 2000; Rossi et al., 2007) riguardante i differenti criteri di classificazione esistenti: finalità, tempistica di attuazione, approccio realizzativo, etc. Di particolare interesse sono le classificazioni basate su una combinazione delle differenti scale temporali (breve o lungo termine) con le categorie delle azioni e i settori coinvolti (agricolo, urbano, industriale, etc.).

Nello specifico, si possono distinguere tre differenti macrocategorie di misure in relazione alle finalità: riduzione della domanda, incremento della disponibilità e minimizzazione degli impatti.

Nel lungo termine, ai fini della riduzione della domanda, vi sono tecniche per la riduzione dei consumi in agricoltura, incentivi economici per il risparmio idrico, impiego di colture meno idroesigenti, uso di reti duali in ambito urbano, riciclo dell'acqua nelle industrie, etc. Vi sono inoltre azioni volte all'aumento delle risorse quali l'approvvigionamento idrico da altri bacini o altre parti del bacino, la costruzione di nuovi serbatoi artificiali (**Fig. 8.6**) e/o l'aumento delle capacità d'invaso dei serbatoi esistenti, la realizzazione di laghetti collinari, l'utilizzo di desalinizzatori, etc. Tra le misure finalizzate alla minimizzazione degli impatti possono essere annoverate lo sviluppo di sistemi di *early warning* per la siccità, l'implementazione di piani di emergenza, campagne di sensibilizzazione, programmi assicurativi, etc.

**Figura 8.6: Il serbatoio artificiale di Corbara, in Umbria, ripreso nel 2004.**  
Foto Dipartimento della protezione civile.



Nel breve termine, le azioni di riduzione della domanda più comuni consistono nella restrizione in taluni utilizzi in ambito urbano (ad es. lavaggio degli autoveicoli, irrigazione dei giardini), restrizioni nelle irrigazioni, razionalizzazione degli usi, campagne di sensibilizzazione, ecc. Anche nel breve termine, possono essere realizzate azioni ed interventi per l'aumento delle risorse quali

ad esempio il rilevamento e la riduzione delle perdite di rete, il ricorso a nuove regole gestionali, l'uso di nuove fonti o di fonti alternative, la rimodulazione temporanea dei vincoli per i deflussi ecologici, etc. In ultimo, possono essere altresì avviate iniziative ed attività per la minimizzazione degli impatti, quali l'impiego di mezzi provvisori per assicurare una dotazione idrica sufficiente (autobotti, navi cisterna, etc.), la temporanea riallocazione delle risorse idriche, i provvedimenti di tipo economico, fiscale, etc.

La combinazione delle predette misure è chiaramente oggetto di complesse valutazioni che integrano differenti considerazioni di natura non solo tecnica, ma anche istituzionale, economica, sociale, etc.

Come si vedrà più ampiamente nel prossimo paragrafo, il SNPC esplica la propria azione prevalentemente in un'ottica temporale di breve termine, predisponendo e attuando in collaborazione con gli Enti istituzionalmente competenti azioni di tipo contingibile e urgente finalizzate in particolare ad alleviare il disagio alle popolazioni coinvolte e non già a sopperire alle attività svolte in ordinario dai Gestori e dagli Enti competenti, né tantomeno finalizzate a ristrutturare gli impianti o a realizzare interventi strutturali volti a garantire in modo permanente una maggiore capacità di accumulo.

### 8.3 Il contrasto e il superamento delle emergenze

Le attività di previsione e prevenzione delle crisi idriche rivestono importanza cruciale ai fini della mitigazione degli impatti delle crisi idriche. È evidente, tuttavia, che l'eventuale perdurare di fasi meteo climatiche prive di significativi apporti meteorici e i fattori di debolezza che ancora oggi connotano il sistema idrico italiano, rendono possibile, nonostante la tempestiva adozione di misure di prevenzione, l'insorgenza di vere e proprie emergenze idriche che possono determinare nocimento per il settore agricolo e, in taluni casi, anche per l'approvvigionamento idropotabile. In tali circostanze, il DPC è intervenuto non solo monitorando con continuità l'evolversi della situazione meteorologica e idrologica in atto, ma anche fornendo al Presidente del Consiglio dei Ministri e al Consiglio dei Ministri supporto tecnico per le attività propedeutiche alla deliberazione dello stato di emergenza, a seguito delle richieste formulate dalle Amministrazioni Regionali territorialmente interessate, ai sensi dell'art. 24, commi 1 e 2 del d.lgs. 2 gennaio 2018, n.1, recante "Codice della protezione civile" (Codice).

Al riguardo, per ciò che concerne la fase istruttoria, nelle more della pubblicazione della nuova direttiva riguardante gli indirizzi per lo svolgimento delle attività propedeutiche alle deliberazioni dello *stato di emergenza* del Consiglio dei Ministri ai sensi del citato articolo del Codice, resta in vigore la direttiva del Presidente del Consiglio del 26 ottobre 2012 (GU n.30 del 5-2-2013) ai sensi della previgente normativa in materia di protezione civile.

In base alla direttiva in parola l'attività per il superamento dell'emergenza di protezione civile e il supporto agli interventi strutturali atti al rientro in ordinario si può schematizzare nelle seguenti fasi:

1. La richiesta della dichiarazione dello stato di emergenza;
2. Istruttoria del DPC;
3. Deliberazione dello stato di emergenza del Consiglio dei Ministri;
4. Ordinanze di protezione civile, nomina Commissario delegato e attuazione interventi (Capo DPC).

La prima fase è dunque quella della richiesta della dichiarazione dello stato di emergenza. Le Regioni e le Province autonome interessate, al verificarsi di *"eventi calamitosi di origine naturale"*

*o derivanti dall'attività dell'uomo che in ragione della loro intensità o estensione debbono, con immediatezza d'intervento, essere fronteggiate con mezzi e poteri straordinari da impiegare durante limitati e predefiniti periodi di tempo [...]*" (art. 7, comma 1 lett. c del Codice), formulano la richiesta di deliberazione dello stato di emergenza di rilievo nazionale al Presidente del Consiglio dei Ministri.

Presupposto della richiesta è che l'evento sia tale da richiedere l'adozione di misure che trascendono le capacità operative e finanziarie degli enti competenti in via ordinaria, tenuto conto dell'intensità o dell'estensione dell'evento, dello scenario di danno e di rischio residuo, nonché dell'urgenza dell'intervento volto alla salvaguardia della pubblica e privata incolumità ed alla ripresa delle normali condizioni di vita da parte della popolazione colpita.

A seguito della richiesta, inizia dunque l'istruttoria del Dipartimento della protezione civile. Il DPC, allo scopo di orientare le valutazioni del Consiglio dei Ministri in ordine alla necessità di deliberare lo stato di emergenza, effettua l'istruttoria tecnico-amministrativa anche mediante l'invio, in loco, di proprio personale tecnico per il riscontro delle informazioni trasmesse, valutando se ricorrano i presupposti per la deliberazione.

Terminata la fase istruttoria, il Consiglio dei Ministri, sulla base dell'istruttoria del DPC, delibera lo stato di emergenza di rilievo nazionale, fissandone la durata (che per norma è al massimo di 12 mesi prorogabile per ulteriori 12) e determinandone l'estensione territoriale con riferimento alla natura e alla qualità degli interventi e autorizza il Capo del DPC all'emanazione di proprie ordinanze. La delibera inoltre individua le prime risorse finanziarie da destinare all'avvio delle attività di soccorso e assistenza alla popolazione e degli interventi più urgenti di cui all'articolo 25, comma 2, lettere a) e b) del Codice, nelle more della ricognizione in ordine agli effettivi fabbisogni e autorizza la spesa nell'ambito del Fondo per le emergenze nazionali (FEN). Ulteriori eventuali necessità vengono finanziate mediante ulteriore Deliberazione del Presidente del Consiglio dei Ministri.

Segue dunque la fase vera e propria dell'attuazione degli interventi di tipo emergenziale. Per il coordinamento dell'attuazione degli interventi da effettuare durante lo stato di emergenza di rilievo nazionale si provvede mediante ordinanze del Capo del Dipartimento della protezione civile, da adottarsi in deroga ad ogni disposizione vigente, nei limiti e con le modalità indicati nella deliberazione dello stato di emergenza e nel rispetto dei principi generali dell'ordinamento giuridico e delle norme dell'Unione europea. Le ordinanze sono emanate acquisita l'intesa delle Regioni e Province autonome territorialmente interessate e, ove rechino deroghe alle leggi vigenti, devono contenere l'indicazione delle principali norme a cui si intende derogare e devono essere specificamente motivate.

Nelle ordinanze vengono altresì nominati i Commissari delegati che, per fronteggiare le emergenze, attuano le disposizioni delle medesime ordinanze nei territori di competenza attraverso la redazione di Piani degli interventi e quindi l'esecuzione degli stessi anche avvalendosi di soggetti attuatori. L'approvazione e il controllo attraverso monitoraggio del Piano degli interventi è demandato al DPC.

Durante lo stato di emergenza il Commissario può rimodulare o integrare il Piano degli Interventi per intervenute esigenze o economie.

## 8.4 Le crisi idriche degli ultimi anni in Italia

La deliberazione dello stato di emergenza in caso di emergenza da deficit idrico mira primariamente a garantire il servizio idropotabile mediante approvvigionamento idrico e la realizzazione di interventi strutturali in urgenza e in somma urgenza atti all'immediato ripristino delle condizioni minime di efficienza del servizio.

Si vuole sottolineare la particolarità dell'emergenza da deficit idrico che a differenza di altri eventi, come per esempio il sisma o l'alluvione, è deliberata durante l'evento stesso. Questo può comportare una evoluzione della strategia degli interventi per fronteggiare l'emergenza fino a giustificare un radicale cambiamento pur conservando la finalità di protezione civile. Ad esempio durante l'emergenza si sopperisce il deficit idrico attraverso l'uso di autobotti; ma, se l'emergenza dovesse protrarsi per lungo tempo, è ragionevole attuare una revisione della strategia e un ricorso a differenti tipologie di interventi.

Negli ultimi anni si sono succedute, nel territorio italiano, varie crisi da deficit idrico alcune delle quali hanno ottenuto il riconoscimento dello stato di emergenza (**tabella 8.1**).

**Tabella 8.1: Ordinanze del Capo Dipartimento della Protezione civile emanate a seguito di crisi idriche.**

Fonte: Dipartimento della protezione civile.

Territorio	Ordinanza	Importo stanziato	Importo richiesto
Regione Umbria	O.C.D.P.C. 26/07/2012, n. 14	€ 41.210.990,73*	non disponibile
Regione Toscana	O.C.D.P.C. 31/08/2012, n. 17	€ 71.982.419*	non disponibile
Regione Siciliana	O.C.D.P.C. 07/11/2015, n. 295	€ 2.000.000,00	€ 8.000.000,00
Province di Parma e di Piacenza	O.C.D.P.C. 21/07/2017, n. 468	€ 8.650.000,00	€ 8.802.092,00
Regione Lazio	O.C.D.P.C. 14/08/2017, n. 474	€ 19.000.000,00	€ 548.811.785,00
Regione Umbria	O.C.D.P.C. 19/10/2017, n. 486	€ 6.000.000,00	€ 13.432.048,00
Provincia Pesaro e Urbino	O.C.D.P.C. 30/11/2017, n. 493	€ 4.800.000,00	€ 55.043.298,45
Province di Bologna, di Ferrara, di Forlì-Cesena, di Modena, di Ravenna, di Reggio Emilia e di Rimini	O.C.D.P.C. 19/01/2018, n. 497	€ 4.800.000,00	€ 17.649.194,00
Città metropolitana di Palermo	O.C.D.P.C. 09/03/2018, n. 514	€ 500.000,00	non disponibile
Città metropolitana di Torino e delle province di Alessandria, di Asti, di Biella, di Cuneo e di Vercelli i cui Comuni appartengono agli ATO 2, 3, 4 e 6	O.C.D.P.C. 11/06/2018, n. 526	€ 9.600.000,00	non disponibile

Note: \* importo non a carico del DPC

Come precedentemente richiamato, le misure oggetto di finanziamento consistono di azioni ed interventi di tipo contingibile ed urgente, la cui finalità è alleviare il disagio alle popolazioni coinvolte e non quella di sopperire alle attività svolte in ordinario dai gestori ed agli enti competenti, né di intervenire sugli impianti o di realizzare interventi strutturali volti a garantire in modo permanente le attività proprie dei medesimi quali la captazione, potabilizzazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili nonché l'aumento della capacità di accumulo.

L'evoluzione della normativa, la diversificazione degli scenari oggetto delle emergenze idriche e le esperienze maturate negli anni hanno permesso al DPC, al fine di una omogeneizzazione dell'intervento statale in emergenza, di circoscrivere le diverse tipologie degli interventi ammissibili. In particolare, a titolo di esempio, si riportano alcune misure ritenute ammissibili:

- utilizzo di autobotti per il trasporto e il rifornimento dell'acqua nei serbatoi;
- impiego di insacchettatrici e/o imbustatrici;
- invio di navi cisterna;
- interventi di movimentazioni in alveo per aumentare la capacità di ricarica della falsa;
- posa di gruppi di pompaggio, nell'attivazione di nuove fonti o ripristino di fonti abbandonate;
- interventi di interconnessione di reti acquedottistiche esistenti;
- aumento temporaneo della capacità di stoccaggio delle acque;
- utilizzo di sistemi mobili di trattamento delle acque.

In taluni casi sono stati ritenuti ammissibili anche interventi che, seppur ricompresi in attività di tipo ordinario, in una logica di costi/benefici, avevano un impatto economico inferiore alle altre misure temporanee adottabili, in particolare il rifornimento con autobotti.

Di contro non rientrano nell'azione di protezione civile, ai sensi dell'articolo 16, comma 3, del Codice, gli interventi e le opere per eventi programmati o programmabili in tempo utile che possono determinare criticità organizzative.

Sempre a titolo di esempio, si riportano alcune misure ritenute non ammissibili:

- gli interventi aventi una tempistica progettuale e realizzativa superiore al periodo dello stato di emergenza o della relativa contabilità speciale;
- tutte quelle situazioni di criticità riconducibili ad inadempienza, inefficienza o non adeguata azione dell'Amministrazione pubblica ordinariamente competente, derivante dalla mancata o dalla ritardata adozione di adeguati atti programmatici e di indirizzo volti a fronteggiare i medesimi contesti;
- gli interventi cofinanziati attraverso la tariffa del Servizio Idrico Integrato, che possano essere considerati interventi strutturali.

Al fine di illustrare il sostegno economico in caso di emergenza a carattere nazionale, si riportano i dati delle decretazioni dello stato di emergenza dell'anno 2017 per le Regioni Emilia Romagna, Lazio, Umbria e Marche.

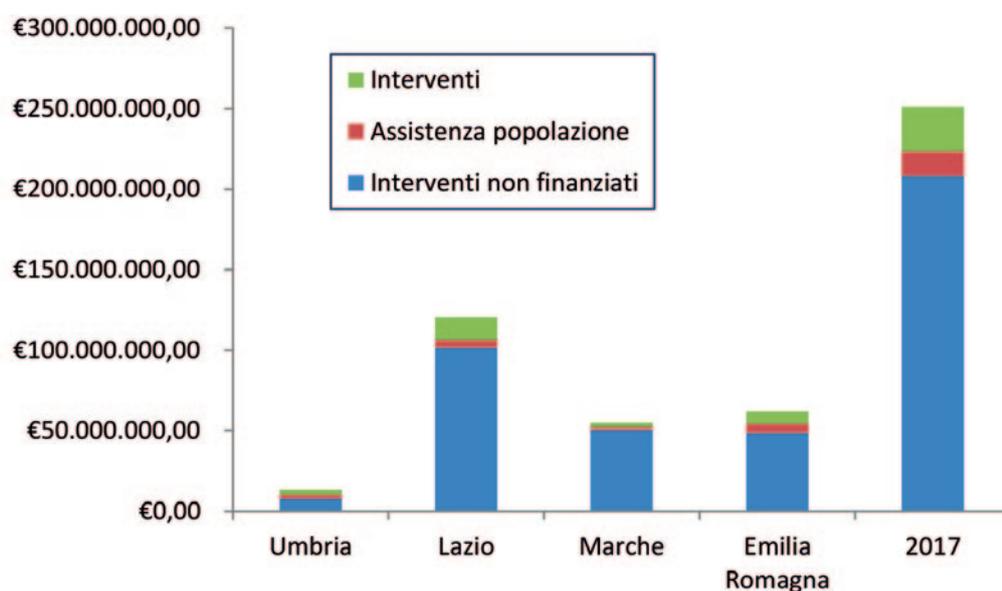
Più precisamente le richieste delle suddette regioni hanno ammontato in complessivi 370 milioni di euro suddivisi in circa 10 milioni per assistenza alla popolazione (3% circa), 200 milioni per opere urgenti o in somma urgenza (50% circa) e il rimanente per interventi di riduzione del rischio residuo.

A valle di queste richieste sono stati erogati fondi per oltre 43 milioni riconoscendo interamente l'esigenza per l'assistenza alla popolazione e solo parzialmente quanto richiesto per gli interventi (circa il 10%).

Nella **fig. 8.7** sono rappresentate sinteticamente le istanze delle Regioni richiedenti lo stato di emergenza e per ognuna di esse quale sia l'incidenza dell'assistenza alla popolazione e degli interventi ritenuti ammissibili.

Si ribadisce che l'assistenza alla popolazione è stata riconosciuta per l'intero importo richiesto ed è stata pari al 35% del finanziamento totale (circa 20,5 milioni di euro). L'importo totale per gli interventi riconosciuti come ammissibili e riconducibili a finalità di protezione civile sono stati il 15% circa (pari a circa 36 milioni di euro sui 235 richiesti).

Figura 8.7: Quota finanziata rispetto alla richiesta delle Regioni nel 2017.  
Fonte: Dipartimento della protezione civile.



## 8.5 Prospettive future

I fenomeni siccitosi sono ormai diventati molto frequenti nel bacino del Mediterraneo. I cambiamenti climatici in atto produrranno un ulteriore aumento della frequenza e della severità di tali episodi, che occorrerà fronteggiare nel modo più adeguato e che con molta probabilità saranno associati ad altre fenomenologie, quali incendi boschivi, ondate di calore, etc.

Occorre tuttavia considerare che gli impatti dei fenomeni siccitosi sono esacerbati da fattori di vulnerabilità che trascendono la dinamica dei fenomeni naturali e che attengono più propriamente ad aspetti di tipo antropico, dalla inadeguatezza infrastrutturale alla carenza di coordinamento interistituzionale, dalla mancanza di adeguate *policy* alla frammentazione gestionale, etc. Vanno introdotti dunque nuovi paradigmi per la gestione delle risorse idriche, in grado di rendere maggiormente resilienti i sistemi di approvvigionamento idrico nei confronti della siccità. Su questo tema non sono mancati contributi ed elaborazioni di tipo tecnico, istituzionale e normativo, anche di notevole spessore: a livello europeo la DQA del 2000 ha disegnato una visione d'insieme riguardante il ciclo di gestione delle risorse idriche ancora oggi molto innovativa e che conferisce maggiore importanza alla conservazione ed al risparmio idrico, rafforzando le misure finalizzate alla salvaguardia ambientale.

Aver riconosciuto la natura di *hazard* della siccità è stato sicuramente un significativo passo in avanti nella direzione di più efficaci politiche di previsione, prevenzione e contrasto delle crisi idriche, ma non basta. Certamente la natura di tipo non strutturale dei danni arrecati dalla siccità ha per certi versi rallentato o ostacolato la maturazione di tale consapevolezza: rispetto ai danni ben più visibili provocati da altre calamità, quali alluvioni, terremoti ed eruzioni vulcaniche, la siccità produce effetti meno evidenti su archi temporali molto più lunghi delle predette fenomenologie. Nello specifico contesto italiano, ovvero di un paese occidentale sviluppato, esposto ad un clima temperato, gli impatti della siccità non sono ad oggi pari a quanto riscontrato in territori con climi ed assetti socioeconomici differenti e dove si riscontrano anche rapidi incrementi de-

mografici, ma il quadro complessivo denota segnali di rapido ed incisivo cambiamento.

In ogni caso, il rallentamento dello sviluppo economico e sociale prodotto dalle crisi idriche in Italia non può più essere trascurato o sottovalutato: i costi della siccità oggetto delle ordinarie quantificazioni, già di per sé ingenti se si considerano solamente le misure di contrasto, non comprendono generalmente i costi di natura sociale ed ambientale. Servono sicuramente nuovi approcci, maggiormente innovativi e basati sulla pianificazione preventiva e partecipata delle misure di prevenzione: la tradizionale risposta di tipo reattivo, basata sulla gestione della crisi adottata in alcuni casi, si dimostra inadeguata nei confronti degli scenari sempre più complessi, che si vanno profilando.

Sin dalla sua istituzione, il Servizio Nazionale della Protezione civile ha affrontato le crisi idriche che si sono manifestate nel nostro territorio, contribuendo a ridurre significativamente i disagi per le popolazioni ed evitando l'insorgere di condizioni poco favorevoli dal punto di vista igienico-sanitario. Ma la risposta ad una minaccia sempre più concreta, costituita dalla crescente frequenza degli episodi di siccità, non può essere affidata in via esclusiva alle pur importanti misure di protezione civile.

Occorre una strategia integrata di previsione, prevenzione e contrasto delle crisi idriche su differenti scale spaziali e temporali, che sappia ricomprendere le complessità e le specificità del contesto italiano e che riesca a coniugare interventi di conservazione della risorsa e di risparmio idrico nei differenti comparti d'uso con la realizzazione delle necessarie infrastrutture idriche per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento idrico, nonché con la necessità della manutenzione delle opere già esistenti e la pianificazione di misure maggiormente proiettate nel breve periodo, volte a mitigare gli impatti alla popolazione e ai sistemi produttivi.

Occorre sviluppare i metodi di monitoraggio e preannuncio delle crisi idriche, al fine di predisporre e implementare efficaci misure di prevenzione: questo compito, di per sé arduo, è reso ancora più problematico dalla non stazionarietà del clima, che impone alcune cautele nella valutazione dei dati, ma è di rilevanza strategica nel contesto di un approccio alla prevenzione delle crisi idriche.

Occorre prevedere modelli di *governance* più moderni, finalizzati alla riduzione della vulnerabilità nei confronti della siccità anche per quanto riguarda gli aspetti sociali, istituzionali, normativi: ci si riferisce alla promozione di forme di *governance* maggiormente orientate ad un più efficiente ed efficace coordinamento interistituzionale, alla condivisione dei quadri informativi ad una maggiore cooperazione e a un utilizzo solidale della risorsa idrica.

In conclusione, il Servizio nazionale della protezione civile esplica più efficacemente le attività istituzionalmente soprattutto se queste rientrano nell'ambito di un disegno di previsione, prevenzione e contrasto delle crisi idriche di più ampio respiro, che coinvolga le Istituzioni a vario titolo competenti in materia di gestione delle risorse idriche e che riesca ad integrare misure ed interventi maggiormente proiettati su orizzonti temporali molto lunghi con misure di più rapida implementazione volte alla gestione delle crisi ed alla riduzione dei disagi per la popolazione.



## 9. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

### 9.1 Lo stato dell'arte

Come è stato possibile approfondire nei capitoli precedenti, negli ultimi decenni tutto il pianeta è stato interessato da un riscaldamento non trascurabile, che in particolare in Italia ha dato luogo ad un aumento della temperatura media molto sensibile. A questo incremento delle temperature si sono accompagnati regimi variabili e impulsivi dei deflussi idrici.

Da molteplici analisi relative alle proiezioni del fabbisogno idrico mondiale per i prossimi anni, si evidenziano forti criticità che potrebbero accentuarsi. Come visto nel **Capitolo 1**, tali criticità sembrano profilarsi anche per il territorio nazionale. Sono quasi un miliardo le persone che non hanno ancora accesso all'acqua potabile e 2,5 miliardi quelle che non dispongono di adeguati servizi igienici<sup>13</sup>, ciò nonostante la domanda è destinata nel 2050 a crescere del 55% rispetto ad oggi. All'interno di questo quadro di riferimento globale il nostro Paese si colloca certamente, almeno come disponibilità idrica iniziale<sup>14</sup> in una situazione migliore rispetto ad altre realtà, ma come si evidenzia in seguito non è solo il dato medio della disponibilità di acqua, che conta, ma la sua distribuzione nel tempo e nello spazio.

Infatti, anche se non si fosse registrato un regime di crescita della temperatura e riduzione della piovosità, quello che ha un forte effetto sono le oscillazioni di temperatura e piovosità rispetto ai valori medi. In Italia queste oscillazioni, generano un alternarsi di periodi secchi e umidi che possono dare luogo a crisi idriche distribuite nel territorio e nel tempo con manifestazioni del tutto differenti dal passato. Come indicato nel capitolo 2 si sono manifestati eventi di siccità anche nel Nord Italia e in periodi differenti da quelli estivi.

Occorre allora domandarsi quale è stata la reazione ai diversi spiacevoli eventi e se le risposte via via fornite si possono considerare adeguate per un paese come l'Italia, che fa tutt'ora parte dei primi venti paesi industrializzati del mondo.

Come risposta agli eventi non è da considerarsi solamente quella "in emergenza" quando ormai gli effetti della siccità e della scarsità idrica si manifestano, ma anche quella "preventiva" di lungo periodo, finalizzata a evitare che si manifestino le conseguenze degli eventi o comunque a limitarle. È opinione condivisa, suffragata anche dai fatti, che la risposta di primo impatto almeno a livello nazionale possa considerarsi soddisfacente e in alcuni casi anche meritoria. Stiamo parlando di una macchina organizzativa che si è venuta perfezionando nel tempo, con un forte coordinamento nazionale, nonché con basi operative e buon radicamento sul territorio. Si tratta di una macchina alla quale anche le *utility* locali hanno attivamente contribuito per fare sì che nelle fasi più critiche dell'emergenza risultasse garantita al meglio la continuità di importanti servizi di pubblica utilità.

Assai diversa si presenta invece la situazione con riferimento alle politiche di prevenzione di lungo periodo per la tutela del territorio comprese anche le risorse economiche effettivamente messe a disposizione e non solo promesse o annunciate. Del resto, nel nostro Paese i progressi avvenuti in materia di assetto e pianificazione dei sistemi idrici, sono stati in molti casi innescati proprio

<sup>13</sup> *World Water Development Report*, U.N. Roma giugno 2014.

<sup>14</sup> "La piovosità media dell'Italia di 1.000/mm all'anno è superiore alla media Europea", come ricorda l'OCSE nella sua relazione "Environmental Performance Reviews: Italy 2013".

da accadimenti tragici che hanno spinto il legislatore ad assumere in tempi contenuti decisioni, anche di carattere sistemico, la cui efficacia sul campo si è tuttavia stemperata in troppi casi da successive inerzie, mancanze di continuità, nuove priorità, oblio...

In allegato 2 vengono riportati alcuni esempi di come il legislatore nazionale in molti casi si sia mosso, con riferimento alle problematiche idrico-ambientali, sulla scorta di istanze poste da gravi situazioni di emergenza.

## 9.2 Gli interventi finalizzati alla prevenzione delle crisi idriche

Emerge quindi la necessità di una visione di vasto respiro finalizzata alla prevenzione di lungo periodo delle crisi idriche, una visione che possa apportare le opportune modifiche strutturali e permanenti al sistema di approvvigionamento idrico, tali da renderlo “resiliente” alle fluttuazioni della disponibilità di acqua e quindi capace di ridurre i disagi della siccità e delle conseguenti crisi idriche quando possibile in modo definitivo.

Del resto, come precisato nel **Capitolo 8**, la funzione del DPC è finalizzata alla previsione, prevenzione, contrasto e superamento delle emergenze idriche e non alla modifica strutturale del sistema idrico con opere che abbiano tempi di realizzazione maggiori della durata del periodo di emergenza (max 12 mesi prorogabili a 24).

Dall’analisi delle esperienze sul campo dei gestori riportate nel **Capitolo 7**, emerge che una serie di opere infrastrutturali si sono dimostrate estremamente efficaci nel superamento delle crisi da scarsità di acqua che si sono verificate nei recenti anni (soprattutto nel 2017).

Nel seguito sono riportati una serie di interventi infrastrutturali che il gestore può mettere in campo per aumentare la disponibilità di acqua o per modificarne la distribuzione sul territorio.

Un primo esempio di intervento consiste nell’**aumento della capacità di invaso**, ovvero la creazione di invasi di tipo montano e pedemontano o di altri bacini di raccolta, capaci di accumulare acqua nei periodi di disponibilità elevata e restituirla nei periodi di magra. Interventi che rientrano in questa tipologia possono essere, oltre alla costruzione di nuove dighe, la realizzazione di bacini di accumulo, gli interventi per l’aumento della capacità di accumulo negli invasi non sfruttati a pieno regime.

Un altro tipo di intervento in una certa misura collegabile al precedente è quello dell’**aumento della capacità di trattamento**, che può prevedere la costruzione di nuovi potabilizzatori nei casi in cui esistano invasi di acqua con disponibilità quantitativa sufficiente, ma non destinabile al consumo umano perché non ancora trattata.

Un esempio di intervento infrastrutturale che non va ad aumentare la quantità di risorsa idrica, ma ne modifica la distribuzione è quello della **interconnessione delle reti**, che attraverso la realizzazione di nuovi tronchi di acquedotto permette di collegare sistemi di approvvigionamento idrico, oppure parti della stessa rete inizialmente separati, rendendo quindi disponibili ulteriori risorse idriche per le zone di distribuzione in difficoltà.

Un altro esempio di intervento infrastrutturale è quello della **rimodulazione delle portate** che in genere è applicabile a sistemi idrici complessi (si veda l’esperienza di Acquedotto Pugliese nel **§ 7.3**). Un tale sistema attraverso una rete di strumentazione che rileva le disponibilità di acqua nelle differenti sorgenti, invasi e nelle differenti captazioni, ed un sistema di modellazione dei flussi acquedottistici supportato da misuratori in rete individua le manovre impiantistiche di regolazione della portata necessarie a deviare l’acqua verso le zone in cui si potrebbero manifestare gli eventi di crisi idrica. A queste infrastrutture possono contribuire anche i collegamenti con le reti di rilevazione meteo.

Fondamentale è anche la **riduzione delle perdite idriche** che è perseguibile in modo più duraturo con una serie di interventi che possono avere una maggiore o minore componente infrastrutturale e che vanno dalla sostituzione delle tubazioni, alla distrettualizzazione ed alla gestione delle pressioni. La riduzione delle perdite idriche permette di aumentare la disponibilità idrica riducendo il volume di acqua che esce fuori dal sistema e quindi di limitare la frequenza o l'intensità degli episodi di emergenza idrica.

Assai rilevante tra i possibili interventi strategici è la scelta di potenziare il **riuso delle acque reflue**. La realizzazione di impianti per il riutilizzo delle acque reflue è un'operazione complessa che richiede non solamente la costruzione di ulteriori sezioni in coda all'impianto di depurazione delle acque, ma anche la costruzione di apposite condotte per il trasporto dell'acqua reflua trattata all'utilizzatore, nei casi in cui questo sia distante. Il riuso ha quindi una doppia valenza ambientale, perché, mentre da una parte permette di ridurre la quantità di acque reflue da scaricare nell'ambiente ed eventualmente anche di recuperare altre sostanze (ad esempio azoto e fosforo in agricoltura), dall'altra garantisce un potenziale aumento dell'acqua disponibile costituendo una alternativa al prelievo di acqua da fonti convenzionali. Il supporto di risorsa sostitutiva è tanto più utile negli acquedotti che devono soddisfare la richiesta di acque per utilizzi industriali o agricoli o di altro genere, differenti da quelli civili. Purtroppo, in attesa del recepimento della normativa europea, il quadro normativo del riuso in Italia impone ancora restrizioni alla sua diffusione dal momento che è ancora vigente il DM 185/2003, che impone limiti restrittivi per il riuso non diversificati in base alla tipologia di utilizzo.

Infine una ulteriore strategia infrastrutturale per garantire un approvvigionamento non convenzionale è il potenziamento della **dissalazione delle acque di mare o salmastre**. Questa strategia risulta essenziale nelle isole o nelle zone marino costiere del sud Italia dove vi è una limitatissima possibilità di ricorrere a forme di approvvigionamento alternative. Inoltre la dissalazione può anche essere utile come fonte alternativa, nelle sole situazioni di emergenza, nelle zone dove sono presenti corpi idrici di acqua dolce, che a causa dei cambiamenti climatici possono attraversare periodi di siccità. Grazie al recente sviluppo di nuove tecnologie la dissalazione si rende sempre più economicamente perseguibile con costi che si aggirano attorno a 1 €/mc. Allo stato attuale, ad esempio, il costo di trasportare in nave l'acqua sulle isole è almeno 10 volte superiore. Inoltre considerando che l'Italia ha un patrimonio di più di 7.500 km di coste l'acqua da dissalazione potrebbe, almeno per ora considerarsi un patrimonio inesauribile. Anche per la dissalazione esistono una serie di ostacoli normativi al suo pieno sviluppo. Allo stato attuale non esiste una normativa specifica che possa andare a regolare ad esempio lo scarico delle salamoie o la specifica qualità dell'acqua dissalata in funzione del suo impatto con le tubazioni. Pertanto tutto viene lasciato alla regolazione locale.

Considerando l'importanza degli interventi infrastrutturali legati alla siccità, Utilitalia ha avviato una indagine conoscitiva rivolta alle proprie aziende associate, che sono gestori del Servizio Idrico integrato, finalizzata a valutare l'ammontare degli investimenti che nel breve, ma anche nel medio e lungo periodo sono stati programmati relativamente ad opere necessarie a garantire la resilienza del sistema di approvvigionamento idrico in caso di crisi idriche da scarsità. Un breve approfondimento su questa indagine sono riportati nell'**Allegato 3**.

## 9.3 Alcune Considerazioni

In base a quanto è stato indicato nei paragrafi precedenti, per prevenire/mitigare i dannosi effetti delle crisi idriche sulla popolazione, si rivela essenziale modificare l'approccio generale per affrontarle, passando da un insieme di azioni fondate sul tamponamento delle emergenze, ad una strategia basata sulla prevenzione ed eliminazione degli effetti. Una tale strategia si fonda sulla realizzazione di una serie di opere infrastrutturali complesse ed interconnesse fisicamente o funzionalmente, capaci di aumentare la resilienza dei sistemi di approvvigionamento idrico rispetto alle crisi da scarsità idrica.

La complessità di queste infrastrutture non è solamente legata al processo intrinseco che svolgono, ma anche al fatto che rendono disponibili o trasferiscono risorse idriche all'interno di un sistema più vasto, che coincide, come minimo con il bacino idrico e può arrivare ad interessare anche tutto il Distretto (un esempio evidente di questa interconnessione è il Distretto dell'Appennino Meridionale). In generale queste opere andrebbero progettate per tenere conto di un contesto e di un bilancio idrico più esteso dell'acquedotto in cui sono realizzate.

Del resto la siccità ha generalmente effetti su un intero bacino e sarebbe poco lungimirante lasciare completamente a singole iniziative locali la pianificazione di opere infrastrutturali, che potrebbero dare luogo a risultati non coerenti e poco sostenibili. Il fatto che la **pianificazione delle infrastrutture di emergenza** debba essere **centralizzata** in un'area vasta, rende di assoluto rilievo il ruolo delle Autorità Distretto il cui compito è proprio quello di pianificare le opere.

Se da una parte è necessaria una opportuna pianificazione centralizzata, dall'altra emerge anche l'opportunità di **centralizzare il know-how tecnico e gestionale**. Come è stato evidenziato nei precedenti paragrafi, alle infrastrutture idriche necessarie per la riduzione ed alla prevenzione degli effetti della siccità, è associato un elevato contenuto tecnologico per la loro realizzazione e per la loro gestione.

Si rende quindi necessaria una esperienza tecnologica di alto livello, sia nella fase di individuazione delle opere idonee, nella loro progettazione e realizzazione, che nella fase di gestione. Ed è proprio questo il ruolo che il gestore del Servizio idrico integrato può svolgere. Considerando che il gestore del SII si configura come un vero e proprio operatore industriale e che, a tendere, si potrebbe ipotizzare che le gestioni si riferiscano ad un'area sempre più vasta, il gestore potrebbe divenire l'interlocutore tecnico dell'Autorità di Distretto nella fase di pianificazione.

A tale riguardo gli Osservatori dei Distretti Idrografici, che sono stati descritti al paragrafo 3.2.2, si stanno dimostrando un ottimo esempio di cooperazione finalizzata al governo integrato della risorsa idrica, all'interno dei quali il supporto alle decisioni viene dato non solamente grazie all'esperienza del gestore del Servizio idrico integrato, ma anche da altri soggetti ed enti pubblici in grado di apportare uno specifico contributo in base alle proprie competenze altamente specialistiche (MATM, Regioni, ISPRA, Istat, IRSA-CNR, Università, ...).

C'è poi da evidenziare che una ulteriore condizione necessaria alla realizzazione delle infrastrutture dedicate a prevenire le crisi idriche è la **finanziabilità delle opere** stesse. La realizzazione di questa tipologia di opere prevede generalmente investimenti molto intensivi che richiedono a loro volta impegni di capitali finanziari elevati. Un'altra funzione che potrebbe svolgere il gestore del Servizio idrico integrato, e che già attualmente svolge a livello d'ambito, potrebbe essere quella di soggetto industriale di riferimento per la raccolta dei finanziamenti necessari alla realizzazione delle infrastrutture.

In sintesi emerge altresì l'esigenza di garantire un supporto tecnico-specialistico alle decisioni politiche/istituzionali in occasione non solo nelle situazioni critiche di emergenza, ma anche, in un'ottica pluriennale per adottare schemi di pianificazione più sostenibili nel lungo periodo, in

grado di adattarsi agli effetti del cambiamento climatico. Dall'analisi effettuata si evince che occorre uscire da una programmazione di Ambito per lo più incentrata sul breve/medio periodo che risponde a criteri di mera autosufficienza funzionale.

Approcci, ma anche opere infrastrutturali che rispondono a visioni di lungo periodo così da valorizzare le diverse risorse/potenzialità idriche esistenti nel bacino idrografico di riferimento, dovrebbero essere alla base di un nuovo “paradigma” in grado di fornire risposte efficaci e sostenibili nel tempo. In questo quadro è evidente che la base territoriale del bacino idrografico può diventare un elemento importante di una nuova strategia rispetto al quale, a differenza di quanto già avviene per gli Ambiti Territoriali e per ARERA, modi e criteri non appaiono al momento compiutamente definiti.

Infine, oltre alle criticità emerse relative all'aspetto squisitamente tecnico, occorre considerare altri aspetti di non minore importanza come l'assetto gestionale e di governance, la cornice regolatoria, un'aggiornata ed adeguata normativa tecnica ed un facile accesso al mercato finanziario. Le soluzioni tecniche infatti, quand'anche innovative ed efficaci, da sole non bastano se il restante quadro nel quale le diverse iniziative si devono sviluppare continua a presentare numerosi intralci ed asperità.

Come già indicato in precedenza, sono improcrastinabili alcune **modifiche della normativa tecnica necessarie a facilitare il ricorso ad alcune opere infrastrutturali** come quelle necessarie al riuso delle acque reflue e alla dissalazione. In merito al riuso è necessario **recepire le modifiche in corso della normativa europea aggiornando il DM 185/2003**, che impone limiti restrittivi per il riuso non diversificati in base alla tipologia di utilizzo. Inoltre nella nuova normativa andrebbe introdotta la distinzione tra riuso diretto e indiretto; quest'ultimo consiste nell'utilizzo delle acque di riuso per la ricarica delle falde idriche ove questo sia necessario e opportuno.

Per quanto riguarda la **dissalazione sono necessari principi uniformi a livello nazionale** che regolino in modo chiaro la gestione degli scarichi della salamoia e della qualità dell'acqua prodotta, ma è anche opportuno che le procedure autorizzative non costituiscano un ostacolo insormontabile alla loro realizzazione, anzi siano accelerate soprattutto nei casi in cui si dimostrano una conveniente alternativa per risolvere le crisi idriche.

Ulteriori perfezionamenti tecnici della normativa in relazione alle situazioni di emergenza sono quelli relativi alla **classificazione delle acque grezze destinate al trattamento per il consumo umano**. In particolare ci si riferisce a quanto previsto dall'articolo 80 del decreto legislativo 152/2006 in cui sono individuate tre gruppi A1, A2, A3 relativi a tre diverse categorie qualitative di acque superficiali a cui corrispondevano tre corrispondenti filiere di trattamento. Si premette che dagli anni '90 in poi sono state perfezionate le tecnologie di trattamento così da poter potabilizzare anche acque di qualità assai inferiore alla categoria A3, oltre all'emergere di nuove filiere di trattamento del tutto diverse (si pensi solo all'introduzione delle membrane e dell'osmosi inversa) rispetto a quelle inizialmente indicate dal legislatore comunitario. Ma soprattutto la Direttiva Quadro comunitaria 2000/60/CE, allorchè affronta il tema della qualità delle acque da destinarsi al consumo umano si limita a prescrivere che tale acqua sia comunque in grado di soddisfare a valle dei processi di trattamento, i requisiti di potabilità, indipendentemente dalla qualità dell'acqua di partenza. La stessa Direttiva abroga all'art.22, la precedente direttiva 75/440/CEE che aveva introdotto i tre gruppi A1, A2, A3 riguardanti la qualità dell'acqua grezza<sup>14</sup>, successivamente recepiti nella norma italiana e non ancora abrogati.

<sup>15</sup> All'Articolo 22 relativo alle Abrogazioni e disposizioni provvisorie si stabilisce: “1. I seguenti atti sono abrogati sette anni dopo l'entrata in vigore della presente direttiva: - direttiva 75/440/CEE, del 16 giugno 1975, concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di, acqua potabile negli Stati membri, .....”

Da un punto di vista più generale è fondamentale **implementare a livello di Distretto strategie attuative per fronteggiare le crisi idriche**, dalle quali, dopo un opportuno confronto tra le differenti soluzioni adottate nei differenti Distretti, possano **emergere nuovi spunti da implementare nelle normativa**. A tale riguardo è stato fondamentale il lavoro che è stato avviato negli Osservatori, in cui un esteso confronto tra tutti i soggetti coinvolti ha portato a sviluppare e individuare nuove soluzioni. Si riporta qui l'esempio della strategia innovativa utilizzata dall'Osservatorio del Distretto del fiume Po' per fronteggiare le crisi idriche, che è descritta nel dettaglio nell'**Allegato 4**. L'Osservatorio del Distretto del Po' ha individuato un protocollo che stabilisce a priori i compiti dello stesso in funzione della gravità della crisi idrica, ed in particolare, anche la possibilità di derogare al deflusso ecologico nel caso di severità idrica media e alta. Del resto questa decisione rientra nel più ampio quadro delle azioni previste della direttiva europea 2000/60/CE, che all'articolo 4.6 specifica che in determinate circostanze *"Il deterioramento temporaneo dello stato del corpo idrico dovuto a circostanze naturali o di forza maggiore eccezionali e ragionevolmente imprevedibili, in particolare alluvioni violente e siccità prolungate, ... non costituisce una violazione delle prescrizioni della presente direttiva..."*.

Parlando in generale, il settore della *governance* delle risorse idriche è stato interessato, in questi ultimi anni, da profonde innovazioni, che hanno riguardato tanto l'assetto amministrativo delle competenze (Autorità di bacino distrettuali, Osservatori distrettuali permanenti per gli usi idrici), tanto la messa in campo di strumenti avanzati per la pianificazione e la gestione operativa delle risorse (decreti sui deflussi ecologici, sulle valutazioni ambientali delle derivazioni, sull'analisi economica). Il percorso è stato tracciato, ma necessita ancora di ulteriori perfezionamenti e ulteriori innovazioni, che, tra l'altro costituirebbero un solido supporto anche per le Autorità di Distretto e per gli Osservatori. Tra questi uno strumento indispensabile potrebbe essere la creazione di un *hub* nazionale di conoscenze ambientali (informazioni quali quantitative aggiornate in tempo reale, dati di prelievo e restituzione per ogni uso e per ogni corpo idrico, ecc.) a disposizione per un processo decisionale immediato e misurato, capace di ottimizzare così sia le attività di pianificazione, sia quelle di controllo e monitoraggio. Si tratta di una sfida non più procrastinabile, in un'epoca di cambiamenti climatici.

Quale ultima considerazione si ritiene necessario sottolineare come sia condizione essenziale, al di fuori delle modifiche tecnico normative sopra riportate, la stabilità del complessivo quadro normativo, con particolare riferimento all'organizzazione e alla governance del servizio, nel senso che questa deve garantire le condizioni al contorno come punto di riferimento per gli operatori del settore in un orizzonte di lungo periodo per la realizzazione degli investimenti necessari. Le continue modifiche del contesto, a cui si è assistito negli ultimi 25 anni dopo la emanazione della legge Galli hanno più volte rivoluzionato il settore idrico modificando profondamente sia gli operatori del servizio, sia anche le autorità di controllo ed i regolatori. Purtroppo le modifiche non sono state sempre convergenti e si è assistito più volte a svariati cambi di direzione che hanno creato incertezza e deviazioni, se non cambiamenti degli obiettivi iniziali. La stabilità del quadro normativo e degli operatori permette di concentrare le limitate risorse a disposizione ed il proprio impegno prevalentemente alla soluzione durevole delle crisi idriche.



91

## ALLEGATO 1: LA SICCIÀ NEL LAGO DI BRACCIANO

Come accennato nel paragrafo 2.3, una delle aree più colpite dalla siccità del 2017 è stata quella dell'alto Lazio. La scarsa quantità di precipitazione in quest'area, l'incremento della temperatura media e l'incremento dei prelievi per l'approvvigionamento idrico della Capitale hanno determinato un notevole abbassamento del livello del lago di Bracciano (Rossi et al., 2018), tale da indurre la Regione Lazio a ordinare la sospensione dei prelievi da parte dell'ACEA, per scongiurare maggiori danni all'ecosistema lacustre, già in parte compromesso (ISPRA, 2017).

Dal punto di vista idrologico, il bacino del lago di Bracciano ha subito un deficit di precipitazione estremamente gravoso, ove si considerino i valori di precipitazione registrati alla stazione di Bracciano (284 m s.l.m.) dell'Ufficio Idrografico della Regione Lazio e situata a sud-ovest dello specchio liquido. L'evento è stato determinato dall'anomalo susseguirsi di quasi un anno di mesi particolarmente secchi, dal dicembre 2016 a novembre 2017, con la sola eccezione del mese di settembre 2017.

Dalla **Tabella 1**, che riporta i valori dell'SPI calcolati con il tool ANÁBASI per tutti i mesi del 2017 e per le durate 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 mesi, si desume che l'intero 2017 è stato effettivamente caratterizzato da valori dell'indicatore inferiori a zero, a eccezione di gennaio e febbraio relativamente alla durata di 48 mesi e settembre e dicembre per le durate 1 e 2 mesi. Da aprile in poi, ciascun mese ha presentato, per almeno una durata, valori di SPI caratteristici della siccità estrema ( $SPI \leq -2,0$ ), fino a raggiungere valori anche inferiori a  $-3,0$  nel mese di luglio per la durata 3 mesi, nel mese di agosto per la durata 6 mesi, nei mesi di agosto e ottobre per la durata 9 mesi e nei mesi di ottobre e novembre per la durata 12 mesi. Valori di SPI minori di  $-3,0$  corrispondono a eventi siccitosi estremi che presentano una frequenza di accadimento estremamente bassa, che, in termini di periodo di ritorno, si tradurrebbe in valori superiori a 500 anni.

Il mese di novembre ha fatto registrare il valore minimo storico di 459,2 mm per la precipitazione cumulata nei 12 mesi precedenti (v. **Fig. 1**) contro una media di 1048,0 mm rispetto al periodo di riferimento 1951 - 2018. Il mese di ottobre ha fatto registrare il valore minimo della serie della precipitazione cumulata nei 24 mesi precedenti (1296,1 mm contro una media di 2105,0 mm). Il mese di agosto 2017 è stato, invece, il mese che ha visto il minimo valore della serie di precipitazione cumulata nei 6 e nei 9 mesi precedenti con valori rispettivamente di 86,6 mm e di 216,0 mm contro valori medi rispettivamente di 337,9 mm e di 673,6 mm.

È facile quindi rendersi conto che per effetto della riduzione di precipitazione nei precedenti 12 mesi rispetto alla media, a novembre 2017 nel lago di Bracciano mancavano all'appello circa 60 cm di livello idrico per il solo effetto della mancata precipitazione diretta sullo specchio liquido, senza tener conto della maggiore evaporazione per effetto della una maggiore temperatura registrata nell'estate 2017, del ridotto apporto degli affluenti e delle acque sotterranee e dei maggiori prelievi. Il livello del lago a fine novembre del 2017 era di circa 161.1 m s.l.m. mentre alla fine del novembre 2016 il livello era circa 162.2 m s.l.m. (Rossi et al., 2018). La differenza di circa 1 m del livello del lago dall'anno precedente si spiega pertanto, e solo in parte, con il notevole deficit di precipitazione.

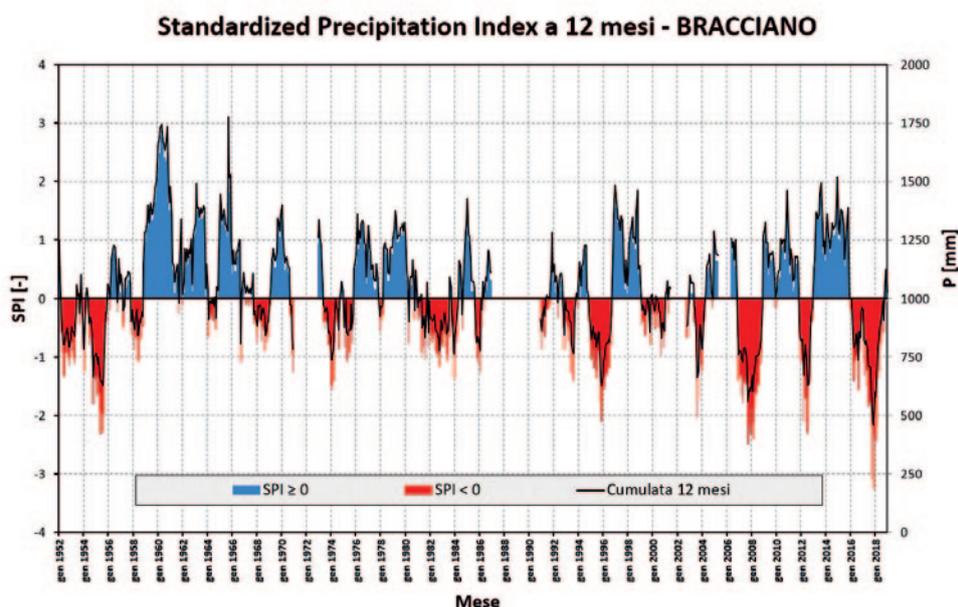
Dall'analisi riporta in **Figura 1** si osserva che in tutta la serie analizzata non sono stati mai raggiunti valori così bassi di SPI a 12 mesi come quelli relativi al 2017 e il deficit di precipitazione relativo a questa durata ha avuto inizio già dal principio del 2016, così come per l'Italia, benché con valori negativi non molto elevati, mentre negli ultimi mesi del 2018 il valore della cumulata è ritornato a valori prossimi alla media.

In definitiva, analizzando l'evento mediante l'indicatore SPI, la siccità che ha colpito il bacino del lago di Bracciano è stata caratterizzata da un'elevata intensità, con valori di SPI anche inferiori a -3,0 per alcune durate, fino a raggiungere addirittura valori di -3.5, ma anche da una notevole durata, poiché ha significativamente interessato le cumulate a 24 mesi, influenzando così la disponibilità della risorsa anche per i successivi anni.

Tabella 1: Valori mensili dell'SPI nel 2017 calcolati per la stazione di Bracciano alle aggregazioni temporali di 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 mesi. Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati dell'Ufficio Idrografico della Regione Lazio.

MESE 2017	AGGREGAZIONE (MESI)								VALORI SPI	LEGENDA
	1	2	3	6	9	12	24	48		
GENNAIO	0,46	-1,69	-1,20	-0,40	-0,37	-0,43	-0,52	0,46	SPI ≥ 2,0	umidità estrema
FEBBRAIO	-0,79	-0,96	-1,98	-0,54	-0,68	-1,10	-0,91	0,28	1,5 ≤ SPI < 2,0	umidità severa
MARZO	-0,83	-1,37	-1,53	-1,64	-1,21	-1,32	-1,64	-0,10	1,0 ≤ SPI < 1,5	umidità moderata
APRILE	-0,92	-1,55	-1,77	-2,02	-1,30	-1,23	-1,78	-0,23	-1,0 < SPI < 1,0	nella norma
MAGGIO	-1,34	-1,67	-2,07	-2,88	-1,35	-1,50	-1,90	-0,37	-1,5 < SPI ≤ -1,0	siccità moderata
GIUGNO	-1,67	-2,63	-2,35	-2,52	-2,27	-1,85	-1,93	-0,40	-2,0 < SPI ≤ -1,5	siccità severa
LUGLIO	-1,00	-2,01	-3,00	-2,76	-2,64	-1,80	-1,91	-0,61	SPI ≤ -2,0	siccità estrema
AGOSTO	-1,14	-1,96	-2,71	-3,15	-3,56	-1,77	-2,33	-0,76		
SETTEMBRE	0,52	0,00	-0,30	-1,93	-2,33	-2,20	-2,10	-0,53		
OTTOBRE	-2,13	-0,88	-1,46	-2,84	-3,23	-3,08	-2,57	-0,63		
NOVEMBRE	-0,09	-1,36	-0,90	-1,84	-2,59	-3,26	-2,28	-0,72		
DICEMBRE	0,53	0,17	-0,73	-1,00	-1,69	-2,33	-1,81	-0,43		

Figura 1: SPI a 12 mesi per la stazione di Bracciano riferito al periodo 1951 - 2018 (in blu i valori positivi e in rosso quelli negativi). La precipitazione cumulata a 12 mesi è anch'essa riportata come linea continua nera. Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati dell'Ufficio Idrografico della Regione Lazio.





92

## ALLEGATO 2: SITUAZIONI DI EMERGENZA E PROGRESSO NORMATIVO

Un primo esempio è quello della seconda metà del secolo scorso, quando con la storica piena del Po che, nel novembre 1951, causò la disastrosa alluvione del Polesine; ebbene pochi mesi dopo con la legge 19 marzo 1952, n. 184, l'allora Ministero dei Lavori Pubblici varò il *“Piano orientativo ai fini di una sistematica regolazione delle acque”* contenente obiettivi programmatici assai chiari e definiti<sup>16</sup>.

Vicina temporalmente è anche la Legge del 4 febbraio 1963 n. 129 Piano Regolatore Generale degli Acquedotti e delega al Governo a emanare le relative norme di attuazione

Analogamente un caso simile si presentò 15 anni dopo la piena del Polesine, con le alluvioni che nel novembre del 1966 produssero gravi danni in importanti centri fra i quali la città di Firenze. Nel giro di poche settimane da quel tragico evento l'allora Ministero dei Lavori Pubblici con un apposito decreto (DM 23 novembre 1966) provvide all'insediamento della Commissione Interministeriale per lo Studio della Sistemazione Idraulica e della Difesa del Suolo, meglio nota con il nome di Commissione De Marchi. Una Commissione che, dopo un lungo ed apprezzato lavoro di analisi e di elaborazione ha permesso di pervenire con un ritardo irragionevole, venti anni, alla prima importante legge di settore, la numero 183 del 18 maggio 1989.

È significativo notare che norme successive, in qualche modo collegate alla richiamata legge 183/89 come le leggi 267/98 e 365/00, destinate a meglio definire ruoli e strumenti dei diversi organi istituzionali all'interno della pianificazione di bacino, abbiano assunto rispettivamente i nomi di *“Legge Sarno”* e *“Legge Soverato”*, località pesantemente colpite da disastri idrogeologici da cui ha tratto stimolo in qualche modo l'azione del legislatore.

La prima moderna legge sull'urbanistica, la c.d. *“legge Ponte”*, n. 765 del 1967 e gli standard urbanistici definiti dal D.M. 1444/68, vengono approntati dopo la rovinosa frana di Agrigento del luglio 1966 che provocò il crollo degli edifici siti nella parte occidentale della città, dando luogo a quasi cinquemila sfollati.

Non diversamente, anche su molte norme riguardanti la qualità dell'acqua distribuita e dell'ambiente, la legislazione si è spesso mossa a rimorchio di eventi disastrosi di varia natura. Si può ricordare nel 1973 con l'epidemia di colera a Napoli che, pur se provocata da mitili infetti, accrebbe l'attenzione sul tema della qualità dell'acqua distribuita. Nel giro di un tempo molto più breve vide infatti la luce la circolare n. 33 del 27 aprile 1977 del Ministero della Sanità, avente per oggetto *“Controllo e sorveglianza delle caratteristiche di qualità dell'acqua potabile”*.

Infine, si riporta il caso della recente grave siccità del 2017, che si è abbattuta su tutta Italia, che ha avuto anche una grande risonanza mediatica per aver interessato anche la Città Metropolitana di Roma. L'effetto mediatico della possibilità di mettere a rischio la fornitura d'acqua per 4 milioni di persone ha dato luogo a misure importanti approvate con l'articolo 1 comma 516 e successivi della legge del 27 dicembre 2017, n. 205 (la *“Legge di Bilancio 2018”*) con cui veniva prevista l'adozione del Piano nazionale di interventi nel settore idrico, articolato in due sezioni: sezione «acquedotti» e sezione «invasi».

<sup>16</sup> L'art. 2 della L. 184/1952 specifica che *“Oggetto del piano è il problema della sistematica regolazione delle acque, sia ai fini della loro razionale utilizzazione, sia a quelli della lotta contro l'erosione del suolo e della difesa del territorio contro le esondazioni dei corsi d'acqua. Saranno indicati nel piano le opere da eseguirsi, lo stato dei progetti già formulati o in corso di esecuzione, l'approssimativo costo delle opere e le concrete possibilità di graduare nel tempo le fasi di esecuzione”*.

93

## ALLEGATO 3: STUDIO UTILITALIA SUGLI INVESTIMENTI LEGATI ALLE CRISI IDRICHE

Nel seguito vengono riportate alcune informazioni sullo stato di aggiornamento dell'indagine conoscitiva, richiamata nel paragrafo 9.2, che Utilitalia ha avviato sulle proprie aziende associate, gestori del Servizio idrico integrato, e che è finalizzata a valutare l'ammontare degli investimenti che nel breve, ma anche nel medio e lungo periodo sono stati programmati relativamente ad opere necessarie a garantire la resilienza del sistema di approvvigionamento idrico in caso di crisi idriche da scarsità.

Il campione dei gestori del Servizio idrico integrato, che hanno risposto alla rilevazione Utilitalia, in termini di popolazione residente nei comuni serviti, rappresentano il 54% della popolazione nazionale. Si tratta di una copertura molto elevata superiore a 30 milioni di abitanti. La tipologia di investimenti inclusi nella rilevazione comprendeva realizzazione di nuovi serbatoi, nuovi approvvigionamenti (convenzionali e non come i dissalatori), riutilizzo acque reflue, riduzione delle perdite idriche, interconnessioni, ecc.

Dall'indagine è emerso che la stima complessiva degli investimenti infrastrutturali che dovrebbero essere realizzati per contrastare i fenomeni di siccità ammonta a circa 7,2 milioni di Euro per un numero totale di 734 interventi proposti e con una media di 217 Euro/abitante servito

Risulta poi che, analizzando i dati raccolti sul numero degli interventi, si denota una forte incidenza di quelli straordinari come collegamenti di schemi idrici e nuovi approvvigionamenti idropotabili (rispettivamente il 23% e 24%) ed un numero di interventi ordinari relativi alla riduzione delle dispersioni, pari al 30% rispetto il totale degli interventi. Un dato rilevante emerso è la bassa incidenza, in termini di investimenti e numero di progetti, per quanto riguarda la dissalazione ed una sostanziale assenza di investimenti in materia di riuso delle acque reflue. Quest'ultimo aspetto non deve stupire più di tanto in considerazione delle attuali forti perplessità dei gestori dei servizi idrici e degli utilizzatori finali (mondo agricolo o industriale) sull'adeguatezza della normativa nazionale in materia (Decreto n.185/2003) mentre si è in attesa di una specifica Direttiva Europea in materia. Un effetto degli interventi rilevati riguarda la maggiore quantità di acqua disponibile (intesa come acqua recuperato o come acqua supplementare prodotta) in seguito alla realizzazione dell'intervento, che dall'analisi condotta basata unicamente sui dati comunicati dalle imprese e stimati da Utilitalia, è pari a circa 1,7 miliardi di metri cubi anno.

Infine ulteriori analisi hanno evidenziato che una percentuale non trascurabile degli interventi, in termini di numero di progetti, pari al 35%, ma soprattutto in termini di costo, pari al 27%, rimane al di fuori del Piano di Ambito. Ciò significa che una futura/nuova infrastrutturazione tesa a migliorare la resilienza del sistema idrico, non risulta adeguatamente compresa all'interno della normale pianificazione di Ambito e pertanto venga esclusa dalla copertura tariffaria, con la conseguenza quasi certa di non essere realizzata a meno di non ricorrere a contributi statali.

94

## ALLEGATO 4: L'OSSERVATORIO PERMANENTE DEGLI UTILIZZI IDRICI DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO E LA GESTIONE DELLE CRISI IDRICHE

Nell'ambito delle attività di pianificazione di propria competenza, già stabilite dalla L. 183/1989 e s.m.i., ora abrogata dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po ha implementato, a partire dal 2003, un sistema di governance delle situazioni di siccità e/o di carenza idrica nel bacino del fiume Po (e dal 2015, ora distretto idrografico) finalizzato a monitorare e gestire le situazioni di crisi idriche in funzione della salvaguardia dei diversi corpi idrici e delle utilizzazioni della risorsa.

Nel luglio 2016 attraverso il Protocollo d'intesa che ha istituito l'Osservatorio per gli utilizzi idrici del distretto idrografico del fiume Po<sup>17</sup>, l'esperienza e i riferimenti fino ad allora utilizzati per il bacino del fiume Po sono diventati le fondamenta del tavolo tecnico di analisi e valutazione degli eventi di criticità e di formulazione delle conseguenti iniziative necessarie nella situazione attuale. In proposito, i componenti dell'Osservatorio hanno ritenuto opportuno prevedere un regolamento di funzionamento dell'Osservatorio medesimo con cui definire ruoli, compiti e attività di tale istituto a breve, medio e lungo termine e soprattutto guidi le decisioni da prendere nella fase di gestione reattiva degli eventi estremi di carenza idrica e/o siccità.

Questa scelta risponde in modo puntuale anche a quanto previsto dall'articolo 1, comma 3, del Protocollo d'Intesa che definendo le finalità dell'operato dell'Osservatorio, che specifica quanto segue: "Esso opera inoltre come Cabina di Regia per la previsione e gestione degli eventi di carenza idrica e siccità, garantendo un adeguato flusso di informazioni necessarie per la valutazione dei livelli della criticità in atto, a livello di distretto e di sottobacino, della loro evoluzione, dei prelievi in atto, e per la definizione delle azioni più adeguate per la gestione proattiva dell'evento" Il regolamento non è al momento ancora formalizzato in quanto sono state richieste ulteriori rifiniture del testo da parte dei componenti dell'Osservatorio, ma tuttora guida l'operato e le scelte nelle situazioni che richiedono l'intervento della Cabina di Regia.

Infatti, esso contiene tre allegati, dei quali il primo contiene un quadro del fabbisogno informativo dei monitoraggi necessari alle attività (e che ha costituito il nucleo del "Bollettino" dell'Osservatorio), il secondo un elenco degli Osservatori locali previsti e ad oggi istituiti per far fronte alle situazioni di criticità locale e il terzo contenente l'elenco delle misure e delle azioni adottate nelle analoghe situazioni di crisi idrica verificatesi dal 2003 a oggi.

In particolare, l'Allegato 3, di seguito allegato, costituisce il primo strumento di attuazione dei contenuti del "Piano per la gestione delle siccità e direttiva magre contenuto nel Piano di Bilancio idrico del distretto idrografico del fiume Po"<sup>18</sup> (PBI-Allegato 3 alla Relazione Generale), approvato con DPCM nel 2016, e nel contempo valorizzando le misure e le procedure assunte in passato nelle diverse condizioni di severità idrica che si sono manifestate nel bacino del fiume Po.

<sup>17</sup> L'Osservatorio prevede la partecipazione di: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il Dipartimento della Protezione Civile, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'Autorità di bacino del fiume Po, la Regione Emilia-Romagna, la Regione Liguria, la Regione Lombardia, la Regione Piemonte, la Regione Toscana, la Regione Valle d'Aosta, la Regione Veneto, la Provincia Autonoma di Trento, ISTAT, CREA, ISPRA, TERNIA Rete Italia, AIPO, Enti Regolatori dei Laghi, ANBI, UTILITALIA, A.N.E.A. e ASSOELETTTRICA. Ogni distretto idrografico nazionale istituito con la L. 221/2015 ha un proprio osservatorio.

<sup>18</sup> Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla pagina web. <https://pianobilancioidrico.adbpo.it/>



Le misure adottate sono state comunque suddivise con la gradualità di applicazione prevista in base a quattro livelli di “severità idrica” identificati come “non critica”, “bassa”, “media” e “alta” (dove i livelli “Bassa” e “media” sono distinti ulteriormente, ai fini della scelta delle azioni da intraprendere, nei due casi “con / senza previsione di pioggia” nel periodo immediatamente successivo).

Gli indirizzi alla base delle misure d’intervento comprendono l’ambito del risparmio idrico nelle diverse utilizzazioni, diverse possibilità di integrazione dei deflussi nei tratti fluviali più colpiti dalla situazione di crisi, monitoraggi a livelli di dettaglio sempre maggiori fino ad arrivare, nei casi più estremi, alla deroga temporanea dagli standard ambientali fissati dalla normativa e/o all’intervento del sistema di protezione civile per interventi di emergenza a carattere oneroso.

Ambito specifico di tali misure onerose sono gli interventi specifici nel settore idropotabile, come ad esempio la fornitura di acqua negli ambiti territoriali colpiti da siccità mediante il trasporto con autobotti.

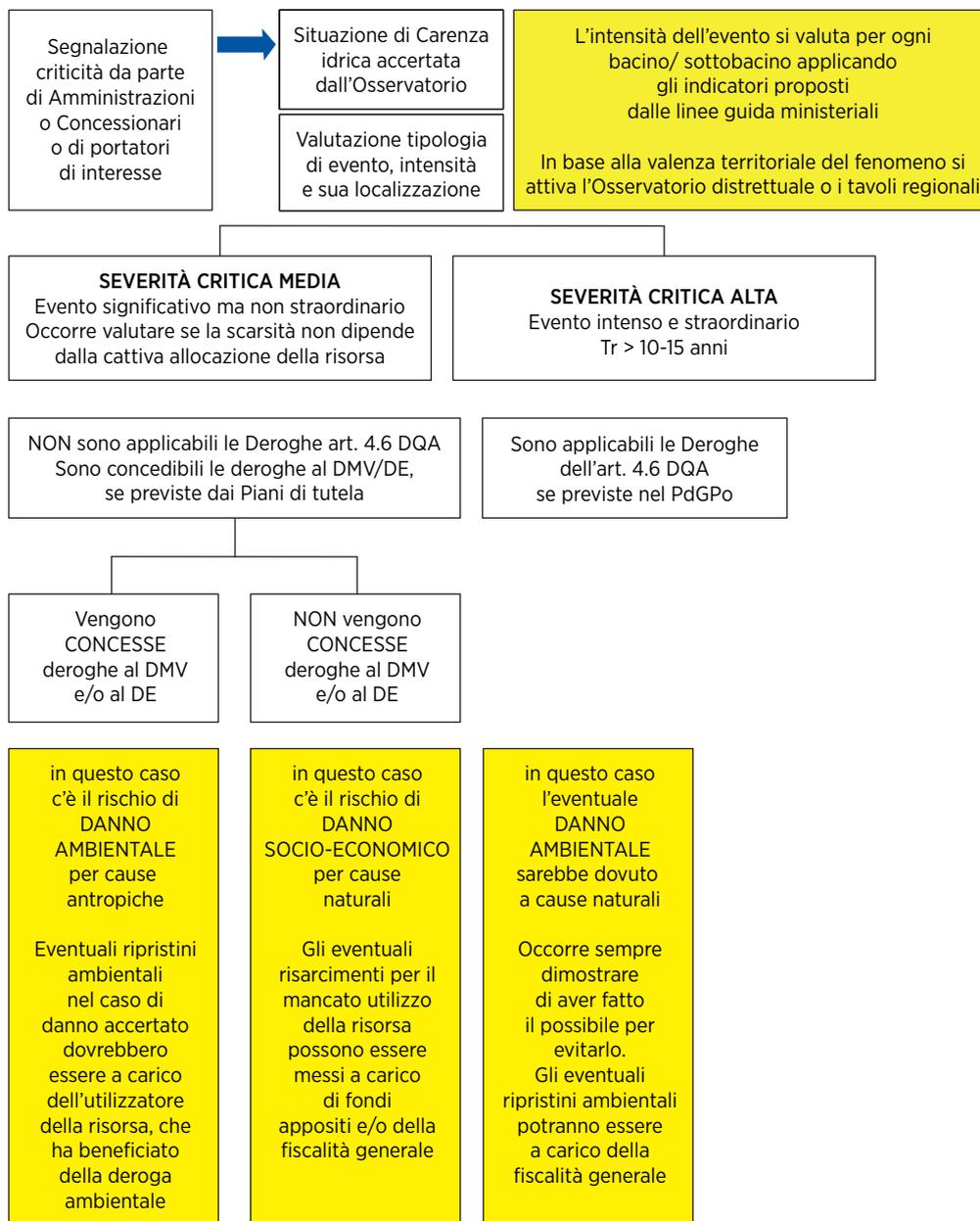
Rispetto ai contenuti attuali brevemente descritti, le future attività dell’Osservatorio riguarderanno approfondimenti di natura tecnico-scientifica necessari per affinare ulteriormente i limiti di identificazione degli scenari di severità idrica, tenuto conto degli indirizzi ministeriali, delle specificità territoriali e ambientali che caratterizzano il distretto idrografico del fiume Po, e di quanto emergerà dal processo di riesame del PBI avviato a dicembre 2018 e che si concluderà nel 2021.

## Misure attivabili dall'Osservatorio di distretto

AMBITO TERRITORIALE	SCENARIO			MISURE
	Attuale	Previsioni (15 gg)	Tipologia d'uso	
DISTRETTO DEL PO	NON CRITICO (sempre dal 1/10 al 31/3)			Nota informativa a scala di distretto
	Severità idrica <b>BASSA</b>	Con previsione di precipitazioni		AZIONI AGGIUNTIVE - Monitoraggio ordinario (Bollettino mensile) - Acquisizione settimanale delle grandezze monitorate - ...
		Senza precipitazioni significative attese		AZIONI AGGIUNTIVE - Incremento invaso nei laghi regolati - Calcolo indici previsionali - Azioni di comunicazione e sensibilizzazione - Mantenimento dei prelievi
	Severità idrica <b>MEDIA</b>	Con previsione di precipitazioni		AZIONI AGGIUNTIVE - Monitoraggio operativo a frequenza elevata (almeno settimanale) - Gestione coordinata regolazione laghi / serbatoi montani - Stima della previsione settimanale di prelievo idrico - Incremento invaso nei serbatoi montani (previa verifica di fattibilità) - Valutazioni sul DMV/DE (in attesa di indicatori relativi al grado di soddisfacimento dei fabbisogni) - ...
		Senza precipitazioni significative attese	POTABILE	- Deroghe DMV/DE, determinate secondo la procedura illustrata nella figura seguente - Adozione limitazioni usi civili non potabili
			IRRIGUO	- Razionalizzazione prelievi irrigui (e idroelettrici collegati) e distribuzione (turnazioni, riduzione prelievi, distribuzione con priorità, interconnessioni, ...) - Controlli su prelievi irrigui - Deroghe livello minimo laghi determinate secondo la procedura illustrata nello schema seguente - Deroghe DMV/DE, determinate secondo la procedura illustrata nello schema seguente - Analisi ed aggiornamento Piani di Conservazione della Risorsa
	Severità idrica <b>ALTA</b>	POTABILE		AZIONI AGGIUNTIVE - Deroghe art. 4.6 DQA ove previsto - Attivazione servizi di approvvigionamento sostitutivi - ... - In casi più gravi, eventuale richiesta della dichiarazione dello stato di emergenza nazionale da parte delle Regioni, istruita secondo quanto previsto dalla vigente normativa
		ALTRI		- Contributi idrici straordinari da serbatoi montani - Ulteriore riduzione prelievi idrici - Deroghe art. 4.6 DQA ove previsto - Raccolta dati per valutazione danni - ...



**Osservatorio usi idrici - Schema decisionale per la autorizzazione delle deroghe ambientali in presenza di crisi idrica nel bacino del fiume Po o nei bacini interregionali e regionali.**





g

## GLOSSARIO

Di seguito si riportano sinteticamente le definizioni di alcuni concetti ai quali si è fatto riferimento nei capitoli precedenti, riprese anche da altri documenti e glossari, quali:

- 1) Glossary of Meteorology, American Meteorological Society;
- 2) International Glossary of Hydrology del World Meteorological Organization;
- 3) OECD/Eurostat Joint Questionnaire on Inland Waters;
- 4) Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning (MEDROPLAN) – Linee guida per la gestione delle siccità;
- 5) Decreto 28 luglio 2004 Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio: “Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all’articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152”.

Termine	Termine anglosassone	Definizione
Aridità	<i>Aridity</i>	Condizione climatica naturale permanente in cui la scarsa quantità di precipitazioni annue associata a elevate temperature non fornisce al terreno il necessario grado di umidità da promuovere lo sviluppo della vita.
Carenza idrica	<i>Water shortage</i>	Condizione di occasionale insufficienza idrica in un sistema d’approvvigionamento idrico che può essere causata da siccità o da azioni antropiche come disservizi tecnici, inquinamento, sprechi o usi impropri dell’acqua.
Ciclo idrologico	<i>Hydrologic cycle / Water cycle</i>	L’insieme dei processi fisici attraverso i quali l’acqua passa dall’atmosfera alla terra e ritorna all’atmosfera: evaporazione, condensazione, precipitazione, intercettazione, infiltrazione, percolazione, deflusso superficiale, accumulo nel suolo e negli acquiferi.
Consumo idrico	<i>Water consumption</i>	Volume di acqua utilizzato che non è restituito al medesimo o ad altro corpo idrico dopo essere stato prelevato.
Crisi idrica	<i>Water crisis</i>	Situazione di carenza o deficienza idrica che produce significativi effetti e che dovrebbe indurre gli enti responsabili della gestione ad avviare interventi per mitigare gli impatti.
Deficienza idrica	<i>Water shortage</i>	Vedi carenza idrica.
Deficit idrico	<i>Water deficit</i>	Differenza negativa tra i valori assunti da una variabile (precipitazione, deflusso) e i valori “normali”. Se la differenza è positiva si tratta invece di “surplus”.
Deflusso di magra	<i>Low flow</i>	Portata in un corpo idrico superficiale al di sotto di un assegnato valore caratteristico del suo regime che generalmente si verifica durante periodi prolungati di tempo asciutto.
Deflusso superficiale	<i>Surface flow o surface runoff</i>	Aliquota del deflusso in un corpo idrico superficiale direttamente conseguente a eventi di precipitazione.
Deflusso di base	<i>Base flow</i>	Aliquota del deflusso in un corpo idrico superficiale alimentato dalle acque sotterranee o da scioglimento nivo-glaciale.
Deflusso totale	<i>Total flow</i>	Somma del deflusso superficiale e del deflusso di base.
Desertificazione	<i>Desertification</i>	Processo a lungo termine e irreversibile di riduzione o distruzione del potenziale biologico del suolo in regioni sub-umide/secche, semi-aride e aride, provocato da numerosi fattori, incluse le variazioni climatiche e le attività umane.
Emergenza idrica	<i>Water emergency</i>	Situazione di grave ed estesa carenza (o deficienza) idrica per la quale si rendono necessari interventi esterni di carattere operativo e normativo, (ad es., da provvedimenti delle autorità preposte, quali Prefetture, Protezione Civile, ecc.).



Termine	Termine anglosassone	Definizione
Evapotraspirazione effettiva	<i>Actual evapotranspiration</i>	Quantità di acqua che si trasferisce in atmosfera per i fenomeni di evaporazione diretta dagli specchi d'acqua, dal terreno e dalla vegetazione (intercettazione) e di traspirazione della vegetazione.
Evapotraspirazione potenziale	<i>Potential evapotranspiration</i>	Valore dell'evapotraspirazione che si avrebbe se il contenuto d'acqua nel terreno non costituisse un fattore limitante. Può essere valutato in funzione delle sole caratteristiche climatiche.
Media annua di lungo periodo	<i>Long term annual average - LTAA</i>	Media effettuata su un lungo periodo (di almeno 20 anni secondo Eurostat).
Perdita idrica reale	<i>Real water losses</i>	Differenza tra volume prelevato dal corpo idrico e volume erogato.
Prelievo idrico	<i>Water withdrawal</i>	Volume prelevato da un corpo idrico superficiale o sotterraneo.
Ricarica della falda	<i>Aquifer recharge</i>	Aliquota di precipitazione che attraverso il suolo e le formazioni rocciose raggiunge le falde sotterranee.
Risorsa idrica	<i>Freshwater resources</i>	Volume d'acqua che fluisce, attraverso una sezione di un corpo idrico superficiale o sotterraneo, in un dato intervallo di tempo (generalmente un anno). Viene generalmente espresso in termini di valore medio di lungo periodo.
Risorsa idrica naturale rinnovabile	<i>Renewable freshwater resources</i>	Volume d'acqua, superficiale e sotterraneo, connesso annualmente al ciclo idrologico. Viene generalmente espresso in termini di valore medio di lungo periodo.
Risorsa idrica non rinnovabile	<i>Non-renewable water resources</i>	Volume d'acqua immagazzinato (generalmente in acquiferi profondi) che presenta un tasso di ricarica trascurabile se rapportato alle scale temporali umane.
Scarsità idrica	<i>Water scarcity</i>	Condizione, determinata da fattori antropici, derivante da una domanda idrica eccedente la naturale disponibilità di risorsa rinnovabile.
Squilibrio idrico	<i>Water stress</i>	Condizione di eccessivo prelievo rispetto alla naturale disponibilità della risorsa idrica rinnovabile. Una misura dello sfruttamento della risorsa è fornita dal Water Exploitation Index Plus - WEI+.
Siccità	<i>Drought</i>	Condizione meteorologica naturale e temporanea in cui si manifesta, per un tempo sufficientemente lungo e su un'area sufficientemente vasta, una sensibile riduzione della quantità di precipitazioni rispetto ai valori attesi (generalmente i valori normali) tale da determinare, in relazione alla sua durata e severità, significativi effetti negativi.
Uso idrico	<i>Water use</i>	Volume di acqua prelevata che è utilizzata per un determinato uso.





## BIBLIOGRAFIA

- Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, "Linee guida per l'individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità". *Manuali e linee guida ISPRA (ex APAT)*, 2006: 42/2006, 68pp. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/ pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-per-l2019individuazione-delle-aree>.
- American Meteorological Society, *Glossary of Meteorology*, citato 2019. Disponibile online all'indirizzo: <http://glossary.ametsoc.org/wiki/drought>.
- AA.VV. (2017) Siccità 2016-2017, *Ecoscienza* 4, 56-64.
- Barbero S., Zaccagnino M., Mariani S., Lastoria B., Braca G., Bussetini M., Casaioli C., Marsico L., Rotundo R., Pavan V., Ricciardi G., Zenoni E., Cicogna A., Micheletti S., Cazzuli O., Di Priolo S., Ranci M., Rondanini C., Bianco G., Egiatti G., Montanini P., Saccardo I., Campione E., Pupillo S., Iocca F., Lazzeri M., Tedeschini M., Marzano V., Schena P., Licciardello A., Manzella F., Brunier F., Ratto S., "Linee guida per il controllo di validità dei dati idro-meteorologici". *Linee guida SNPA*, 2017: 02/17, 127pp. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.snpambiente.it/2017/05/24/linee-guida-per-il-controllo-di-validita-dei-dati-idro-meteorologici/>.
- Begueria S., Vicente-Serrano S.M., Reig F., Latorre B., "Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring". *International Journal of Climatology*, 2014: vol. 34, 3001- 3023.
- Begueria et al., 2014 "Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring" *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY Int. J. Climatol.*34: 3001 - 3023 (2014)
- Ben-David, A. "About the relationship between ROC curves and Cohen's kappa". *Eng. Appl. Artif. Intell.*, 2008: vol. 21, 874-882.
- Ben-David, A. "A lot of randomness is hiding in accuracy". *Eng. Appl. Artif. Intell.*, 2007: vol. 20, 875-885.
- Bogiatti S., Nigro di Gregorio F., Lucentini L., Ferretti E., Ottaviani M., Ungaro N., Abis P.P., Cannarozzi de Grazia M. 2012. Management of a toxic cyanobacterium bloom (*Planktothrix rubescens*) affecting an Italian drinking water basin: a case study. *Environmental science and technology*, 47(1):574-583.
- Botterill L.C., Wilhite D.A. (eds.) (2005) *From disaster response to risk management. Australia's National Drought Policy*, Springer Dordrecht.
- Braca G., Bussetini M., Ducci D., Lastoria B., Mariani S., "Evaluation of national and regional groundwater resources under climate change scenarios using a GIS-based water budget procedure". *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 2019: vol. 30, 1-15.
- Braca G., "La Disponibilità della Risorsa Idrica Naturale e suoi Trend". *3° Rapporto Generale sulle Acque: Obiettivo 2030*. Roma: Utilitatis, 2017.
- Bucchignani E., Montesarchio M., Zollo A.L., Mercogliano P. (2015). High-resolution climate simulations with COSMO-CLM over Italy: performance evaluation and climate projections for the XXI century. *International Journal of Climatology* DOI:10.1002/joc.4379
- Cancelliere A., Nicolosi V., Rossi G. (2009) Assessment of drought risk in water supply systems, In: Iglesias A et al. (eds.) *Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems*, Springer Science + Business Media B.V. Dordrecht, 93-109.



- Climate and health country profile Italy:  
<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260380/WHO-FWC-PHE-EPE-15.52-eng.pdf;jsessionid=B7B861AE7285C1E6B10A80A602F0C35D?sequence=1>
- Duckstein L. (1983) Trade-offs between various mitigation measures, In: Yevjevich V., Da Cunha L., Vlachos E. (eds.) *Coping with Droughts*, Water Resources Publications, Littleton, 203-215.
- Dziegielewski B. (2000) Drought preparedness and mitigation for public water supply, In: Wilhite D.A. (ed): *Drought: a Global Assessment*, vol 2, Routledge Publisher, London.
- Dziegielewski B. (2003) Long-term and short-term measures for coping with drought. In: Rossi G. et al. (eds) *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Region*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 319-339.
- EC (2007) *Drought Management Plan Report Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects*. Water Scarcity and Drought Expert Network Technical Report, 2008-023, Luxembourg.
- EC (2011) *Water scarcity and droughts in the European Union*, Report from Commission to the European Parliament and the Council, SEC (2011), 338.
- Eredia F. (1922) *Siccità del 1921*, Servizio Idrografico Centrale, Roma.
- European Commission, “Drought Management Plan Report. Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects”. Technical Report 023, 2008.
- European Commission, “Drought Management Plan Report. Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects”. Technical Report 023, 2008.
- EURO-CORDEX program data are reported in <http://euro-cordex.net/index.php.en>.
- Faergemann H., “Update on water scarcity and droughts indicator development”, presented at the Water Director’s Meeting, 4–5 June 2012, Denmark, 2012, 23pp. Disponibile su CIRCABC della Commissione Europea all’indirizzo: [https://circabc.europa.eu/sd/d/4d22ad88-707e-4856-af63-253353c7eed8/1\\_Update%20on%20Water%20Scarcity%20and%20Droughts%20indicator%20development%20May%202012.doc](https://circabc.europa.eu/sd/d/4d22ad88-707e-4856-af63-253353c7eed8/1_Update%20on%20Water%20Scarcity%20and%20Droughts%20indicator%20development%20May%202012.doc).
- Fonte dati pluviometrici: Agenzia ARSIAL della Regione Lazio, disponibili sul sito: <http://www.arsial.it/portalearsial/agrometeo/index.asp>.
- Gobron N., Pinty B., Mélin F., Taberner M., Verstraete M.M., Robustelli M., Widlowski J.-L., “Evaluation of the MERIS/ENVISAT fAPAR Product”. *Advances in Space Research*, 2007: vol. 39, 105–115.
- Gobron N., Pinty B. Mélin F., Taberner M., Verstraete M.M., Belward A., Lavergne T., Widlowski J.-L., “The state vegetation in Europe following the 2003 drought”. *International Journal Remote Sensing Letters*, 2005: vol. 26(9), 2013–2020.
- Gobron N., Pinty B., Verstraete M.M., Widlowski J.-L., “Advanced Vegetation Indices Optimized for Up-Coming Sensors: Design, Performance and Applications”. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2000: vol. 38, 2489–2505.
- International Renewable Energy Agency, 2015: *Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus*.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch>.
- ISPRA (2018), *Gli indicatori del clima in Italia nel 2017 – Anno XIII*, Pub. n. 80/2018, ISBN: 978-88-448-0904-1, <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2017>.
- Libro Bianco “L’adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d’azione europeo”, 2009.
- Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al con-

- sumo umano secondo il modello dei Water Saety Plans". Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2014. (Lucentini et al. Rapporti ISTISAN 14/21).
- Marchetti G. (1938) La eccezionale siccità dei primi quattro mesi del 1938 in Italia meridionale e centrale, *Annali dei Lavori Pubblici*, 7:237-246.
  - Mariani S., Braca G., Romano E., Lastoria B., Bussetini M., "Linee Guida sugli Indicatori di Siccità e Scarsità Idrica da utilizzare nelle Attività degli Osservatori Permanenti per gli Utilizzi Idrici", *Pubblicazione progetto CReIAMO PA*, 2018: 66pp. Disponibile online all'indirizzo:[http://www.isprambiente.gov.it/pre\\_meteo/idro/Osservatori/Linee%20Guida%20Pubblicazione%20Finale%20L6WP1\\_con%20copertina\\_ec.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/Osservatori/Linee%20Guida%20Pubblicazione%20Finale%20L6WP1_con%20copertina_ec.pdf).
  - McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., "The relationship of drought frequency and duration of time scales". Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, January 17-23, 1993, Anaheim CA, 1993, 179 - 186.
  - MEDROPLAN (2007) Drought Management Guidelines and Examples of Application in Mediterranean countries, In: Iglesias A., Cancelliere A., Gabiña D., López-Francos A., Moneo A.M., Rossi G. (eds.) EC MEDA Water Programme, Zaragoza. On line Available at: [www.iamz.ciheam.org/medroplan](http://www.iamz.ciheam.org/medroplan).
  - Mishra A.K., Singh V.P., "A review of drought concepts". *J. Hydrology*, 2010: vol. 391, 202-216.
  - Munda G., Parrucini M., Rossi G. (1998) Multi-criteria evaluation methods in renewable resources management: integrated water management under drought conditions, In: Beinat E., Nijkamp P. (eds.) *Multicriteria Analysis for Land-use Management*. Kluwer, Dordrecht 79-93.
  - Musolino D., Vezzani C., Massarutto A., "Drought Management in the Po River Basin, Italy". In: Iglesias A., Assimakopoulos D., Van Lanen H.A.J., *Drought. Science and Policy*, Wiley Blackwell, 2019.
  - Nicolosi V., Cancelliere A., Rossi G. (2009) Reducing risk of shortage due drought in water supply systems using genetic algorithms, *Irrigation and Drainage* 58:171-188.
  - Nicolosi V., Caruso V., Rossi G., Cancelliere A., (2008) Gestione del rischio di siccità in un sistema idrico complesso: il caso del sistema Agri-Sinni. Atti IDRA 2008, Perugia Settembrer 9-12, 2008, Morlacchi editore, Perugia, 1-10.
  - Owens P.N., "Adaptive management frameworks for natural resource management at the landscape scale: implications and applications for sediment resources". *Journal of Soils and Sediments*, 9, 578-593, Springer, 2009.
  - Percopo C., Brandolin D., Canepa M., Capodaglio P., Cipriano G., Gafà R., Iervolino D., Marcaccio M., Mazzola M., Mottola A., Sesia E., Testa M. "Criteri tecnici per l'analisi dello stato quantitativo e il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei". *Linee guida SNPA*, 2017: 03/17, 108pp. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.snpambiente.it/2017/05/24/criteri-tecnici-per-lanalisi-dello-stato-quantitativo-e-il-monitoraggio-dei-corpi-idrici-sotterranei/>.
  - Pereira L.S., Cordery I., Iacovides I., "Coping with water scarcity". *IHP-VI, Technical Documents in Hydrology*, Paris: UNESCO, 2002: No. 58, 269pp. Disponibile online all'indirizzo: <http://ulis2.unesco.org/images/0012/001278/127846E.pdf>.
  - Romano E., Guyennon N., Duro A., Giordano R., Petrangeli A.B., Portoghese I., Salerno F. "A stakeholder oriented Modelling Framework for the Early Detection of Shortage in Water Supply Systems". *Water*, 2018: vol. 10(6), 762.
  - Romano E., Guyennon N., Del Bon A., Petrangeli A.B. Preziosi, E., "Robust method to quantify the risk of shortage for water supply systems". *J. Hydrol. Eng.*, 2017: vol. 22, 04017021.
  - Romano E., Del Bon A., Petrangeli A.B., Preziosi E., "Generating synthetic time series of springs discharge in relation to standardized precipitation indices. Case study in Central Italy". *J. Hydrol.*, 2013: 507, 86-99.
  - Rossi G. (2017) Policy framework of drought risk mitigation, In: Eslamian S. and Eslamian F. (eds.) *Handbook of Drought and Water Scarcity*, vol.3 Chapter 28, CRC Press, Taylor and Fran-

- cis, Boca Raton, 568-586.
- Rossi G., Cancelliere A., Giuliano G. (2006) Role of decision support system and multicriteria methods for the assessment of drought mitigation measures, In: Andreu J., Rossi G., Vagliasindi F. and Vela A. (eds.) *Drought Management and planning for water resources*, Taylor & Francis, Boca Raton, 204-240.
  - Rossi G., Castiglione L., e Bonaccorso B. (2007) Misure di prevenzione e mitigazione degli impatti della siccità. In: Rossi G. (a cura) *Siccità. Analisi monitoraggio e mitigazione*. Nuova Bios, Castrolibero (CS), 287-335.
  - Rossi G., Nicolosi V., Cancelliere A. (2011) Operational drought management via risk-based conjunctive use of water, *Proceedings of XIVth IWRA Congress*, Porto de Galinhas, Recife, Brasil, September.
  - Rossi G., Margaritora G. (eds) (1994) *Siccità in Italia 1988-90 [Drought in Italy 1988-1990]* (in Italian) Presidenza del Consiglio, Dipartimento Protezione Civile, Istituto Poligrafico dello Stato, Rome, 193p.
  - Rossi G., Benedini M., Tsakiris G. and Giakoumakis S., (1992) On regional drought estimation and analysis, *Water Resources Management* (6): 249-277. Rossi G., Cancelliere A., Giuliano G. (2005) Case Study: Multi-criteria assessment of drought mitigation measures, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 131(6): 449-457.
  - Rossi G. (2009) European Union policy for improving drought preparedness and mitigation, *Water International*, 34(4): 441-450.
  - Rossi G., Ancarani A., Cancelliere A., *Gestione dei sistemi idrici durante i periodi di siccità: il ruolo dei modelli*. Catania, Istituto di Idraulica, Idrologia e Gestione delle Acque, Facoltà di Ingegneria, Università di Catania, 1995.
  - Rossi G., "Drought Mitigation Measure: a Comprehensive Framework". In: Vogt J.V., Somma F. (Eds.), *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.
  - Rossi G., Castiglione L., Bonaccorso B., "Guidelines for Planning and Implementing Drought Mitigation Measures". In: Rossi G., Vega T., Bonaccorso B. (Eds.), *Methods and Tools for Drought Analysis and Management*. Dordrecht, Springer, 2007.
  - Schmidt G., Benítez J.J., Benítez C., "Working definitions of water scarcity and drought", 2012. Disponibile online all'indirizzo: [https://circabc.europa.eu/sd/d/02a234f7-ac60-4f81-bd8d-a3a0973e77d1/55171-Drought-WS\\_Definitions\\_V4-27Abril2012.doc](https://circabc.europa.eu/sd/d/02a234f7-ac60-4f81-bd8d-a3a0973e77d1/55171-Drought-WS_Definitions_V4-27Abril2012.doc).
  - Shukla S., Wood A.W., "Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought". *Geophysical Research Letters*, 2008: vol. 35, L02405.
  - TYPASA, "Service contract for the support to the follow-up of the Communication on Water scarcity and Droughts. Water Scarcity & Drought Indicators' Fact Sheets", 2013.
  - UNISDR, 2009. Drought risk reduction. In: *Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action*. UN Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland, 213 pp. [www.unisdr.org/files/3608\\_droughtriskreduction.pdf](http://www.unisdr.org/files/3608_droughtriskreduction.pdf).
  - UNISDR (2015) Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030) UNISDR, Available at <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>.
  - USGS "Concepts for National Assessment of Water Availability and Use". Report to Congress, Circular 1223, Reston, 2002.
  - Vicente-Serrano S.M., Beguería S., López-Moreno J.I., "A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index". *J. Climate*, 2010: vol. 23, 1696-1718.
  - WHO UNCCC, Climate and Health Country Profile - Italy, 2017.

- <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260380/WHO-FWC-PHE-EPE-15.52-eng.pdf;jsessionid=B7B861AE7285C1E6B10A80A602F0C35D?sequence=1>
- Wilhite D.A., Glantz M.H., “Understanding the drought phenomenon: The role of definitions”. *Water Int.*, 1985: vol. 10, 111-120.
  - Wilhite, D.A. (1987). The role of government in planning for drought: where do we go from here? in: D.A. Wilhite and W. E. Easterling with D.A. Wood (eds) *Planning for Drought*, Westview Press, Boulder. pp. 425-444.
  - Wilhite D.A., Botterill L., Monnik K. (2005) National Drought Policy: lessons learned from Australia, South Africa and the United States, in: D.A. Wilhite (ed.) *Drought and Water Crises*, Taylor & Francis, Boca Raton, 137- 172.
  - Williams B.K., “Adaptive management of natural resources – framework and issues”. *Journal of Environmental Management*, 92, 1346-1353, Elsevier, 2011.
  - WCED – World Commission on Environment and Development (1987) *Our common future*, Oxford University, Oxford, U.K.
  - World Meteorological Organization (Svoboda M., Hayes M., Wood D.), “Standardized Precipitation Index User Guide”, 2012: WMO-No. 1090, 24pp. Disponibile online all’indirizzo: [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1090\\_en.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1090_en.pdf).
  - World Meteorological Organization, “Drought Monitoring and Early Warning: Concepts, Progress, and Future Challenges”. *WMO Publications on Weather, Climate, and Agriculture*, 2006: WMO-No. 1006, 24pp. Disponibile online all’indirizzo: <http://www.wamis.org/agm/pubs/brochures/WMO1006e.pdf>.
  - Yevjevich V., Hall W.A., Salas J.D. (1983) *Coping with Droughts*, Water Resources Publications, Littleton.
  - Zollo A.L., Rillo V., Bucchignani E., Montesarchio M., Mercogliano P. (2015). Extreme temperature and precipitation events over Italy: assessment of high resolution simulations with COSMO-CLM and future scenarios. *International Journal of Climatology* DOI:10.1002/ joc.4401

9

## AUTORI

### *Pubblicazione*

a cura di Utilitalia imprese acqua ambiente energia

### *Coordinamento progetto:*

**Renato Drusiani**

**Marco Gatta**

### *Autori:*

**Stefano Mariani**, ISPRA (Premessa, Cap. 1, 2, 4, Allegato 1)

**Giovanni Braca**, ISPRA (Premessa, Cap. 1, 2, 4, Allegato 1)

**David Peres**, DICA UNICT (Premessa, Cap. 4, 5)

**Antonino Cancelliere**, DICA UNICT (Premessa, Cap. 4, 5)

**Giuseppe Rossi**, DICA UNICT (Premessa, Cap. 4, 5)

**Simone Ambrosetti**, DPC (Cap. 1, 4, 8)

**Ciro Carpiello**, DPC (Cap. 1, 4, 8)

**Zoida Tafilaj**, DPC (Cap. 1, 4, 8)

**Andrea Duro**, DPC (Cap. 1, 4, 8)

**Cinzia Conte**, DPC (Cap. 1, 4, 8)

**Francesco Campopiano**, DPC (Cap. 1, 4, 8)

**Emanuele Romano**, IRSA CNR (Cap. 1, 4)

**Nicolas Guyennon**, IRSA CNR (Cap. 1, 4)

**Anna Bruna Petrangeli**, IRSA CNR (Cap. 1, 4)

**Stefano Tersigni**, ISTAT (Cap. 2)

**Simona Ramberti**, ISTAT (Cap. 2)

**Carlo Elio**, Unità Assistenza Tecnica SOGESID presso MATTM (Cap. 3)

**Marina Colaizzi**, MATTM (Cap. 3)

**Luca Lucentini**, ISS (Cap. 6)

**Federica Nigro Di Gregorio**, ISS (Cap. 6)

**Enrico Veschetti**, ISS (Cap. 6)

**Lucia Bonadonna**, ISS (Cap. 6)

**Lucio Bignami**, ACEA (Cap. 7.1)

**Alessia Delle Site**, ACEA (Cap. 7.1)

**Ennio Cima**, Acqualatina (Cap. 7.2)

**Andrea Saivano**, Acqualatina (Cap. 7.2)

**Francesca Portincasa**, AQP (Cap. 7.3)

**Gianluigi Fiori**, AQP (Cap. 7.3)

**Luca Leandro**, AQP (Cap. 7.3)

**Piervito Lagioia**, AQP (Cap. 7.3)

**Luciano Venditti**, AQP (Cap. 7.3)

**Paolo Romano**, SMAT (Cap. 7.4)

**Marco Acri**, SMAT (Cap. 7.4)



**Luciano Cappuccio**, SMAT (Cap. 7.4)

**Lorenza Meucci**, SMAT (Cap. 7.4)

**Armando Quazzo**, SMAT (Cap. 7.4)

**Marco Gatta**, Utilitalia (Cap. 9, Allegato 2, Allegato 3)

**Bruno De Lorenzo**, Utilitalia (Cap. 9, Allegato 2, Allegato 3)

**Meuccio Berselli**, Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (Allegato 4)

**Fernanda Moroni**, Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (Allegato 4)

**Roberto Braga**, Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (Allegato 4)

**Patrizia Pavesi**, Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (Allegato 4)

**Claudia Vezzani**, Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (Allegato 4)

### **Ringraziamenti**

Si ringraziano l'ing. Silvano Pecora e l'ing. Enrica Zenoni di Arpae Emilia-Romagna – Servizio Idrografia e Idrologia regionale e Distretto Po - Struttura IdroMeteoClima per i dati riguardanti i deflussi del Po, nonché i colleghi del Dipartimento della protezione Civile ing. Mario Barbani, dott.ssa Emanuela Campione, dott. Luca Delli Passeri e dott. Romeo Frisina per la collaborazione fornita nella stesura del capitolo 8 e nella revisione dei testi, infine il dott. Vito Palumbo e la dott.ssa Viviana Nitti per il contributo dato alla stesura del Cap. 7.3.

**UTILITALIA**

Federazione delle imprese  
ambientali, energetiche ed idriche

[www.utilitalia.it](http://www.utilitalia.it)

**ISBN: 978 88 998 7903 7**