European Commission - EuropeAid Co-operation Office
Euro-Mediterranean Regional Programme For Local Water Management
Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning (MEDROPLAN)

Linee guida per la gestione delle siccità (*)

Settembre 2006

(*) Edizione italiana a cura di A. Cancelliere e G. Rossi con la collaborazione di S. Alecci e B. Bonaccorso, adattata ed ampliata dalla prima bozza in inglese (redatta da A. Iglesias, M. Moneo e D. Gabina)

SOMMARIO

1. OBIETTIVI E CONTENUTI DELLE LINEE GUIDA 5

1.1 OBIETTIVI 5
1.2 CONTENUTI DELLE LINEE GUIDA 6

2. QUADRO INTRODUTTIVO 7

2.1 TERMINI E CONCETTI USATI NELLE LINEE GUIDA 7
2.2 CRITERI DI GESTIONE DELLE SICCITÀ 8

3. COMPONENTE ORGANIZZATIVA 11

3.1 INTRODUZIONE 11
3.2 L'AMBITO TERRITORIALE 11
3.3 GLI STAKEHOLDERS 12
3.4 ANALISI DELLE ISTITUZIONI RESPONSABILI DELLA GESTIONE DELLE SICCITÀ IN ITALIA 13

4. COMPONENTE METODOLOGICA 17

4.1 INTRODUZIONE 17
4.2 CARATTERIZZAZIONE E MONITORAGGIO DELLE SICCITÀ 17
4.3 IMPATTI DELLA SICCITÀ 19
4.4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI SICCITÀ E DI DEFICIENZA IDRICA 20
4.5 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ ALLA SICCITÀ 24

5. COMPONENTE OPERATIVA 25

5.1 INTRODUZIONE 25
5.2 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE DI MITIGAZIONE DELLA SICCITÀ 25
5.3 RUOLO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO 27
5.4 IMPLEMENTAZIONE DELLE MISURE DI MITIGAZIONE 28

BIBLIOGRAFIA 29

APPENDICE. ESPERIENZE DI LOTTA ALLA SICCITÀ NEI PAESI MEDITERRANEI 31

A. ESPERIENZE DI LOTTA ALLA SICCITÀ IN SPAGNA 31
B. ESPERIENZE DI LOTTA ALLA SICCITÀ IN ITALIA 37

APPENDICE. GLOSSARIO 47

1. OBIETTIVI E CONTENUTI DELLE LINEE GUIDA

1.1 Obiettivi

Qual è lo scopo delle Linee guida?

Lo scopo delle Linee guida è di fornire un quadro di riferimento per affrontare, nei Paesi mediterranei, in modo sistematico ed efficace il rischio di siccità e in particolare per prevenire o mitigare gli impatti della siccità sui sistemi di approvvigionamento idrico, sulle attività economiche , sull'ambiente e sulla vita sociale.

Le Linee guida costituiscono uno dei risultati della ricerca svolta, nell'ambito del programma europeo MEDA-Water, dal progetto MEDROPLAN, che ha avuto l'obiettivo di analizzare le modalità con cui vengono affrontate le siccità in alcuni paesi mediterranei (Cipro, Grecia, Italia, Marocco, Spagna, Tunisia) sviluppando criteri e metodologie basati sui concetti di gestione del rischio e di mitigazione degli effetti.

Le Linee guida intendono accompagnare gli sforzi già avviati nei vari paesi per combattere le conseguenze più gravi di tale calamità naturale, in particolare attraverso una più avanzata pianificazione delle risorse idriche a livello nazionale, regionale o di bacino ed iniziative di politica agricola.

Le linee guida intendono anche approfondire il ruolo delle misure, sia a breve che a lungo temine, necessarie per prevenire e ridurre gli effetti della siccità.

Le Linee guida sono un documento definitivo?

Le Linee guida sono sviluppate nel contesto della situazione attuale dei paesi delle due sponde del Mediterraneo che partecipano al progetto e perciò riflettono sia le caratteristiche attuali di vulnerabilità alla siccità, sia le legislazioni vigenti, le strutture di gestione e le tecnologie oggi disponibili. Tuttavia l'articolazione delle Linee guida intende essere abbastanza flessibile per poter incorporare nuovi criteri e differenti priorità in relazione ai mutamenti della società e ai progressi scientifici e tecnologici della gestione della siccità.

Chi sono gli utilizzatori delle Linee Guida?

Poiché i piani che riguardano la lotta alla siccità, come tutti gli strumenti di pianificazione delle risorse idriche, previsti dalla Direttiva Quadro Europea 2000/60, devono assicurare un'ampia informazione e favorire la partecipazione pubblica, le Linee guida sono rivolte, in linea di principio, ad un ampio spettro di portatori di interesse (*stakeholders*) nelle politiche di lotta alla siccità.

A questo scopo le Linee Guida sono scritte, per quanto possibile, evitando l'uso di termini tecnici e scientifici che possono essere difficili da capire da non specialisti . Le Linee guida sono prodotte in sei lingue per raggiungere il maggior numero possibile di utenti nei Paesi mediterranei.

Le Linee Guida possono essere usate in situazioni diverse da quelle analizzate?

Le Linee Guida si collocano in una prospettiva internazionale di lotta alla siccità, che privilegia un approccio fondato sul trinomio pianificazione-monitoraggio-mitigazione. Esse sono state pensate per uno specifico ambiente, quello mediterraneo, che presenta

come caratteristica comune una significativa crescita della vulnerabilità alla siccità, dovuta sia alla crescente variabilità climatica, sia ad una più forte pressione su risorse idriche limitate a causa dello aumento della popolazione, della agricoltura irrigua, del turismo,ecc.

Le esperienze nello sviluppo e nella applicazione delle metodologie ai casi studio dei Paesi coinvolti, che devono affrontare la sfida della siccità anche in forme diverse, hanno messo in evidenza che un approccio basato sulla gestione del rischio di siccità può risultare preferibile ad una gestione dell'emergenza idrica al fine di mitigare gli impatti in modo più efficace. Sotto questo profilo le Linee Guida riassumono principi e interventi che possono trovare impiego anche in altri Paesi.

1.2 Contenuti delle Linee Guida

Qual è la struttura delle Linee Guida?

Le Linee Guida hanno la seguente articolazione:

- Quadro introduttivo (principi base, definizioni e criteri)
- Componente organizzativa (aspetti legislativi, istituzionali, ambito territoriale, stakeholders)
- Componente metodologica (caratteristiche e indici di siccità, definizione degli impatti, valutazione del rischio di siccità e di deficienza idrica, valutazione della vulnerabilità)
- Componente operativa (ruolo del monitoraggio, individuazione e implementazione delle misure di mitigazione)

Qual è il contenuto del Quadro introduttivo?

Questa prima parte riassume una serie di principi di base di un approccio preventivo al problema della siccità, partendo da una lista di definizioni dei termini più usati e passando in rassegna i principali criteri da adottare, scelti anche sulla base delle lezioni tratte dalle applicazioni ai casi studi analizzati. Un più ampio glossario dei termini utilizzati nella lotta alla siccità è riportato come appendice.

Qual è il contenuto del capitolo Componente organizzativa?

Esso riassume alcuni elementi essenziali della struttura organizzativa necessaria per affrontare il rischio di siccità, occupandosi in particolare dell'ambito territoriale (a cui riferire i documenti di pianificazione relativi alla prevenzione e alla mitigazione di gravi carenze idriche), delle categorie di stakeholders coinvolti in varia misura, e del quadro giuridico istituzionale.

Qual è il contenuto del capitolo Componente metodologica?

Esso passa in rassegna un'ampia serie di metodi e strumenti che possono utilizzarsi per : i)la caratterizzazione ed il monitoraggio della siccità, ii) la definizione degli impatti della siccità, iii) la valutazione del rischio di siccità e di deficienza idrica, iv) la valutazione della vulnerabilità.

Qual è il contenuto del capitolo Componente operativa?

Esso riguarda l'implementazione delle azioni pianificate per affrontare la siccità, esaminando le tipologie di misure a lungo e a breve termine ed analizzando le caratteristiche principali di un sistema di monitoraggio.

2. QUADRO INTRODUTTIVO

2.1 Termini e concetti usati nelle Linee Guida

SICCITA' indica una situazione climatica ricorrente di occasionale e sensibile riduzione delle disponibilità idriche rispetto ai valori normali per un periodo di tempo significativo (una stagione,un anno o più anni) e su un'ampia estensione.

I tipi di siccità che riguardano i vari elementi del ciclo idrologico naturale possono essere definiti come siccità meteorologica, agricola o idrologica a seconda del deficit considerato (Figura 2.1).

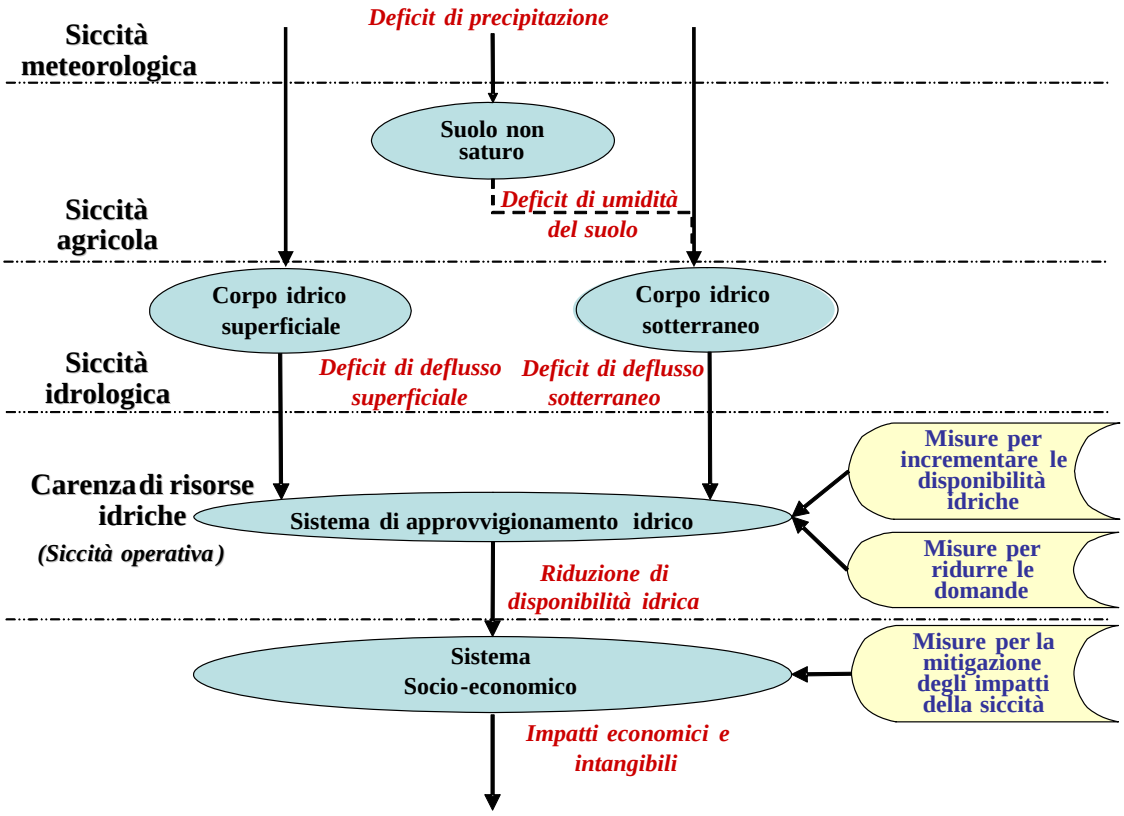


Figura 2.1 Definizioni di siccità e ruolo delle misure di mitigazione (da Rossi, 2005)

In particolare la **siccità meteorologica**, individua una condizione di deficit di precipitazione, rispetto a valori normali identificati attraverso opportune soglie (ad es. media, mediana o valore di fissata probabilità). Tale deficit è conseguente alla variabilità delle precipitazioni causata da processi terrestri quali interazioni geofisiche ed oceanografiche, da interazioni con la biosfera e forse da fluttuazioni di energia solare.

In conseguenza della siccità meteorologica, si determina nel suolo un deficit di umidità (**siccità agricola**) che dipende dall'entità della siccità meteorologica e dalle caratteristiche del bilancio idrico del suolo, e che produce effetti negativi sulla vegetazione e sull'agricoltura asciutta. In particolare, l'effetto di immagazzinamento nel suolo comporta un ritardo nel manifestarsi del deficit e modifiche della gravità del deficit in relazione alle condizioni iniziali e al processo di evapotraspirazione.

Successivamente, quando si avvertono gli effetti dei deficit precedenti nei corpi idrici superficiali (rete idrografica) e sotterranei (acquiferi), subentra una condizione di siccità idrologica, intesa come deficit di deflusso superficiale e/o sotterraneo rispetto a valori "normali", identificati attraverso opportune soglie.

In conseguenza della siccità come fenomeno naturale, si hanno effetti sul sistema di approvvigionamento idrico (opere di accumulo, regolazione e derivazione) sotto forma di **carenza idrica** (indicata a volte come siccità operativa) e in relazione alle caratteristiche del sistema economico e sociale anche impatti economici e intangibili delle siccità. Sia la riduzione di disponibilità idrica che i relativi impatti, oltre che dalla gravità dell'evento siccitoso dipendono anche dall'efficacia delle misure che si adottano sul sistema idrico e/o sul sistema socio-economico.

In qualche caso si parla anche di **siccità socioeconomica** per indicare gli effetti sulla popolazione della carenza idrica. Qui si preferisce trattare questi aspetti come impatti economici, ambientali e sociali di un fenomeno originariamente "fisico".

CARENZA IDRICA (o DEFICIENZA IDRICA) in un sistema di approvvigionamento idrico indica la quantità di acqua che viene a mancare occasionalmente rispetto alla domanda, a causa della siccità o di altre cause antropiche (ad es. qualità dell'acqua non idonea, disservizi)

SCARSITA' IDRICA indica una situazione permanente di insufficienza delle risorse rispetto alla domanda in una regione (o in un sistema idrico) caratterizzata da un clima arido e/o da una rapida crescita delle domande idriche, connesse all'aumento della popolazione, all'estensione dell'agricoltura irrigua, ecc.

SISTEMA DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO indica l'insieme delle infrastrutture che hanno lo scopo di prelevare, invasare, addurre trattare e distribuire le acque ad una o più utenze. Esso può comprendere traverse e serbatoi per derivare e regolare le acque superficiali, pozzi e gallerie drenanti per captare le acque sotterranee , condotte di adduzione e reti di distribuzione nonché i centri abitati , i comprensori irrigui, gli insediamenti industriali, le centrali idroelettriche ecc. serviti dagli impianti.

SISTEMA IDRICO indica l'insieme delle infrastrutture per l'approvvigionamento, nonché quelle necessarie per la raccolta, il trasporto, la depurazione e lo smaltimento delle acque reflue.

SERVIZIO IDRICO indica l'insieme di tutte le attività necessarie a servire una o più utenze sia nella fase di approvvigionamento idrico, del prelievo, della distribuzione, sia nella fase di smaltimento, della raccolta, dello scarico.

2.2 Criteri di gestione delle siccità

Quali approcci si possono adottare per combattere gli effetti della siccità?

Sostanzialmente si hanno due approcci: quello reattivo e quello preventivo.

Quali sono le caratteristiche di un approccio reattivo?

L'approccio reattivo è basato sulla predisposizione di misure ed interventi di mitigazione dopo che l'evento si verifica e viene percepito; esso equivale al concetto di gestione dell'emergenza.

E' l'approccio che storicamente è stato adottato, fin quando il ripetersi di eventi di siccità e di gravi danni non ha fatto prevalere la consapevolezza che esso non risulta sufficiente.

Quali sono le caratteristiche di un approccio preventivo?

L'approccio preventivo (pro-attivo) indica gli interventi previsti in anticipo, generalmente attraverso appositi piani, per prevenire e mitigare gli impatti dell'evento e richiede la valutazione delle possibili alternative, generalmente comprendenti misure a lungo termine e a breve termine e l'attivazione di un sistema di monitoraggio del fenomeno per un tempestivo preannuncio di condizioni di siccità e la conseguente attuazione delle misure previste dai piani. Esso può definirsi come gestione del rischio. Un tale approccio è andato prevalendo in Australia e Stati Uniti dopo il ripetersi di gravi siccità. Ad esempio negli Stati Uniti a partire dagli anni '80 è andato crescendo il numero di stati che si è dotato di un Piano di gestione delle siccità, attualmente presente in oltre 30 stati.

Qual è il quadro giuridico istituzionale della lotta alla siccità in Europa?

Sebbene la Direttiva Quadro Europea 2000/60 abbia il merito di indicare esplicitamente la pianificazione come strumento principale per affrontare la tutela dei corpi idrici, nonché di citare tra gli obiettivi essenziali la mitigazione degli effetti delle piene e delle siccità, tuttavia essa non contempla i criteri e le azioni per fronteggiare il rischio di siccità. La siccità viene citata poche volte e spesso in maniera ambigua. Ad esempio, l'art. 4.6 "siccità prolungate che non possono essere ragionevolmente previste", sembra indicare che le siccità possano costituire il presupposto per derogare al principio della tutela e all'obiettivo del buono stato qualitativo (preambolo 3.2), laddove misure addizionali non sono attuabili. Le misure di mitigazione sono considerate solamente come misure supplementari opzionali (Annesso VI, parte 5).
La maggior parte dei paesi europei non ha ancora emanato un quadro legislativo di riferimento che affronta esplicitamente il rischio di siccità. Le azioni per fronteggiare gli impatti sono state generalmente implementate nel passato attraverso un approccio reattivo, basato sulla nomina di strutture commissariali per la gestione dell'emergenza, che trovavano un riferimento legislativo nell'ambito della gestione delle calamità naturali (azioni di Protezione Civile). Lo stesso riferimento legislativo veniva utilizzato per coprire i danni, specialmente nell'agricoltura asciutta. Tuttavia le esperienze acquisite durante le recenti siccità, hanno mostrato l'inadeguatezza del sistema legislativo, spingendo verso una pianificazione delle misure di mitigazione delle siccità e la sostituzione di provvidenze per coprire i danni in agricoltura con l'avvio di un sistema di assicurazioni.

A livello dei singoli paesi, probabilmente la Spagna è quello che presenta il quadro giuridico istituzionale più avanzato nel campo della lotta alla siccità, con una chiara suddivisione delle competenze tra gli enti e gli organismi coinvolti, ed una chiara definizione dei contenuti dei piani di mitigazione.

Quali strategie si considerano importanti per una politica nazionale nella lotta alla siccità?

E' opportuno anzitutto far riferimento alla esperienza di paesi come Australia e Stati Uniti,che in relazione ad un particolare vulnerabilità alla siccità, hanno avviato con largo anticipo una politica in questo campo. L'Australia che aveva fin dal 1957 sviluppato un sistema di monitoraggio delle condizioni di siccità e che disponeva di un sistema di aiuto pubblico agli agricoltori colpiti dalla siccità, con la legge del 1992 (National Drought Policy) ha modificato i criteri di intervento, sviluppando un sistema fondato sull'assicurazione. Orientamenti simili sono stati suggeriti negli Stati Uniti dalla apposita commissione (National Drought Policy Commission) istituita dal Congresso con il

National Drought Policy Act del 1997, che nel Report del 2000 ha fissato i seguenti principi:

i) preferire la preparazione alla siccità al solo sistema assicurativo, preferire l'assicurazione ai sussidi o rimborsi per i danni, preferire gli incentivi alle azioni coercitive;

ii) scegliere le priorità di ricerche nel settore sulla base delle potenzialità dei risultati previsti a ridurre gli impatti delle siccità;

iii) coordinare le iniziative del livello nazionale (federale) con quelle dei livelli intermedi e locali;

iv) creare un consiglio nazionale sulle siccità con compiti di predisporre programmi nazionali, valutare e coordinare programmi locali , sviluppare manuali per le misure di emergenza e per le tecniche di approvvigionamento idrico in condizioni di deficienza idrica, predisporre programmi di formazione,ecc:

Nel caso dei Paesi mediterranei, oltre ai principi sopra elencati, che risultano validi, appare indispensabile adottare appositi atti legislativi, nell'ambito delle leggi relative alle risorse idriche e/o alla lotta a siccità e desertificazione (di cui alla Convenzione delle Nazioni Unite contro la desertificazione). Un tale atto legislativo dovrebbe regolamentare le competenze in materia di prevenzione delle carenze idriche e di mitigazione degli impatti delle siccità.

Quali sono gli elementi giuridici essenziali per una efficace gestione delle siccità?

Gli elementi giuridici essenziali per una efficace gestione delle siccità comprendono una chiara definizione delle competenze istituzionali tra i vari enti e/o organismi coinvolti e l'implementazione del principio dell'approccio preventivo, basato cioè sulla pianificazione in anticipo degli interventi. Tale implementazione deve riguardare la stesura di piani in cui siano chiaramente indicate le misure di mitigazione e le modalità con cui attivarle, da parte dei vari organismi coinvolti.

Quali sono gli esempi tra i paesi europei di legislazione specificatamente orientata alla gestione della siccità?

A livello dei singoli paesi, probabilmente la Spagna è quello che presenta il quadro giuridico istituzionale più avanzato nel campo della lotta alla siccità, con una chiara suddivisione delle competenze tra gli enti e gli organismi coinvolti, ed una chiara definizione dei contenuti dei piani di mitigazione.

In particolare, la Legge 10/2001, che ha adottato un approccio preventivo per fronteggiare il rischio di siccità, all'art. 27 prevede che:

- il Ministro dell'Ambiente deve istituire un sistema di indicatori idrologici per prevedere e monitorare gli eventi di siccità;
- le Autorità di Bacino (*Confederaciones Hidrográficas*) devono redigere un Piano di gestione delle siccità, da sottoporre al consiglio di bacino (che comprende anche gli stakeholders), e che viene approvato dal Ministro dell'Ambiente;
- i gestori dei servizi idrici con utenze rilevanti (maggiori di 20000 abitanti), devono redigere un Piano di Emergenza per la siccità, da implementarsi allorquando la siccità viene dichiarata dall'Autorità di Bacino sulla base delle informazioni del sistema di monitoraggio;
- il governo nazionale è responsabile, così come in altri paesi, della dichiarazione di calamità naturale e dell'adozione di misure eccezionali per ridurre gli impatti sull'approvvigionamento idrico, sull'economia, sull'ambiente e sulle popolazioni.

Altri provvedimenti riguardano la determinazione delle erogazioni dai serbatoi e dei prelievi dagli acquiferi durante le siccità. Inoltre le Autorità di Bacino possono essere autorizzate dal governo nazionale ad istituire una Banca dell'Acqua, al fine di trasferire su base volontaria le concessioni tra diversi utilizzatori. Infine il Ministro dell'Agricoltura è responsabile per il controllo del sistema assicurativo per i danni in agricoltura causati da siccità.

3. COMPONENTE ORGANIZZATIVA

3.1 Introduzione

Qual è lo scopo della componente organizzativa ?

La componente organizzativa della gestione delle siccità serve a definire il quadro giuridico istituzionale specifico in cui si collocano le azioni per prevenire e/o mitigare gli impatti della siccità. Essa è basata sull'analisi della situazione attuale della suddivisione delle competenze tra le istituzioni che operano nel settore, ma richiede anche di valutare gli sviluppi futuri necessari per migliorare la capacità di affrontare siccità e deficienze idriche e ridurre gli impatti sui sistemi di approvvigionamento, l'agricoltura, l'economia, l'ambiente, la vita sociale.

Quali sono gli elementi essenziali?

Le risposte a tre interrogativi definiscono gli aspetti organizzativi:
- Dove? (cioè quale unità territoriale considerare ?)
- Chi è interessato ? (cioè chi sono gli stakeholders ?)
- Chi è responsabile? (cioè quali istituzioni hanno competenza e/o dovrebbero averla?)

3.2 L'ambito territoriale

Quali ambiti territoriali per affrontare i problemi della siccità?

Gli ambiti territoriali da considerare sono diversi, in relazione alle tipologie di azioni da adottare e all'ordinamento giuridico di ciascun Paese, con particolare riferimento alle modalità di gestione delle provvidenze per i danni da calamità naturali e agli strumenti di pianificazione delle acque.

Ad esempio, con riferimento alla situazione italiana nel caso dell'attuazione di provvidenze a favore delle popolazioni colpite dalla siccità, considerata come calamità naturale, gli ambiti territoriali interessati sono le province (per la segnalazione dei danni) e le regioni (per la richiesta dell'intervento del governo nazionale per la dichiarazione di calamità e per l'accesso ai fondi).

Nell'ottica di un approccio preventivo che prevede la definizione di misure a lungo termine e a breve termine, gli ambiti territoriali sono almeno i seguenti:
- il bacino (o il distretto idrografico), per il quale si procede alla pianificazione della utilizzazione delle risorse idriche (con criteri di esplicito riferimento al rischio siccità), nell'ambito del Piano di bacino (L. 183/1989) e/o del Piano di gestione del distretto idrografico (Direttiva 2000/60);
- i territori interessati dai sistemi di approvvigionamento idrico, per i quali si dovrebbe procedere alla definizione delle misure preventive necessarie per evitare situazioni di emergenza idrica (attraverso i Piani di prevenzione dell'emergenza idrica);
- il territorio oggetto di un Piano di emergenza, che considerando le attuali disposizioni del D.Lgs 152/1999 in merito alla individuazione delle aree vulnerabili alla siccità e

desertificazione nell'ambito del Piano di Tutela, dovrebbe coincidere col territorio di ciascuna regione.

3.3 Gli stakeholders

I principali portatori di interesse nella gestione delle siccità sono elencati nella tabella che segue.

Portatori d'interesse	Caratteristiche	Interessi e aspettative	Potenzialità e limiti
1. Coltivatori e allevatori dediti ad agricoltura asciutta	A volte riuniti in organizzazioni.	Pianificare e adottare pratiche idonee a fronteggiare la siccità. Prevenire impatti di siccità sugli allevamenti di bestiame. Evitare conseguenti perdite di capitale	In alcuni casi limitate disponibilità economiche per nuove tecnologie. A volte dotati di copertura assicurativa.
2. Coltivatori e allevatori dediti ad agricoltura irrigua	Direttamente colpiti dalle crisi idriche. Spesso riuniti in Consorzi.	Come sopra	Come sopra
3. Utenze urbane	Direttamente colpiti dalle crisi idriche. A volte rappresentati da associazioni di consumatori. Informati sulla necessità del risparmio idrico.	Evitare crisi idriche, aumentare i livelli minimi per l'approvvigionamento idrico e gli standard di razionamento.	Elevata possibilità di risparmio idrico
4. Operatori turistici	Direttamente colpiti dalle crisi idriche. Rappresentati da associazioni per il turismo.	Evitare crisi idriche che limitano lo sviluppo del settore	Influenza sulle politiche economiche. In alcuni casi il settore turistico è ad elevato consumo idrico.
5. Industrie	Direttamente colpiti dalle crisi idriche.	Evitare crisi idriche che limitano lo sviluppo del settore	Influenza sulle politiche economiche. In alcuni casi il modello di sviluppo industriale è opposto all'uso sostenibile dell'acqua.
6. Autorità di Bacino	Direttamente colpiti dalle crisi idriche. Dipendenti dallo Stato. Incaricati di gestire le risorse idriche.	Necessità di sviluppare politiche dell'acqua basate sull'analisi del rischio.	Principali attori nella gestione delle siccità. Necessità di prendere in considerazione interessi diversi e opposti.
7. Gestori del servizio idrico ed enti di governo e di controllo (ATO)	Direttamente colpiti dalle crisi idriche. Dipendenti dalle autorità locali. In alcuni casi compagnie private.	Necessità di sviluppare politiche dell'acqua basate sull'analisi del rischio di siccità.	Principali attori nella gestione delle siccità.
8. Uffici idrografici e meteorologici	Soggetti alle direttive dello Stato e/o dalle Regioni	Interessati all'utilizzo dei propri dati per l'analisi del rischio di siccità e il monitoraggio.	Principali attori nella gestione delle siccità. In alcuni paesi, difficoltà a fornire dati.
9. Ministeri dell'Agricoltura e delle Attività produttive	Direttamente colpiti dalle crisi idriche. Soggetti alle direttive dello Stato	Incaricati di sviluppare strategie di mitigazione delle siccità	In alcuni paesi il coordinamento tra i ministeri deve essere migliorato.
10. Compagnie assicurative	Soggetti alle direttive dello Stato e/o dalle Regioni	Direttamente colpiti dalla riduzione della produzione agricola in seguito a siccità	In alcuni paesi principali fonti di dati per l'analisi del rischio. Principali attori nella mitigazione dei danni.
11. Banche agricole e istituti di credito rurale	Soggetti alle direttive dello Stato e/o dalle Regioni. Privati	Direttamente interessati dalla richiesta straordinaria di risorse finanziarie a causa di siccità.	In alcuni paesi principali fonti di dati per l'analisi del rischio. Principali attori nella mitigazione dei danni.
12. Istituti di ricerca, formazione e sviluppo	Soggetti alle direttive dello Stato e/o dalle Regioni. Privati	Incaricati di sviluppare e rendere operative tecnologie per l'uso efficiente delle acque	Notevole capitale umano ma ridotte risorse finanziarie.
13. Organizzazioni per la cooperazione internazionale	Intergovernative	Principali attori nel trasferimento di tecnologie e conoscenza	Buona rete di contatti e risorse umane. Limitate risorse finanziarie.
14. Organizzazioni non governative	No-profit	Miglioramento socio-ambientale	Attivi fruitori delle innovazioni scientifiche.

3.4 Analisi delle istituzioni responsabili della gestione delle siccità in Italia

Quale è stata la metodologia di analisi sviluppata nel progetto MEDROPLAN?

La metodologia aveva lo scopo di identificare le istituzioni e le organizzazioni con competenze nel campo della gestione delle siccità, in particolare per la preparazione alla siccità (nell'ambito della pianificazione ed esercizio dei sistemi idrici) e per la mitigazione degli impatti, oltre che per il monitoraggio dei dati meteorologici e idrologici connessi.

Le principali fasi delle indagini sono state le seguenti:

- ricostruire il quadro giuridico-istituzionale del Paese, ai vari livelli (nazionale, regionale, locale);
- raccogliere informazioni aggiuntive tramite interviste ad un certo numero di persone, riguardanti l'analisi del problema (con domande del tipo "quali azioni ha intrapreso il tuo organismo durante le siccità storiche passate?") e l'identificazione dei gruppi di interesse;
- completare e aggiornare il quadro sulla base di tali interviste e valutare i punti di forza e di debolezza dell'articolazione delle competenze istituzionali;
- esaminare le possibilità di migliorare la gestione della siccità.

Le indagini effettuate nei Paesi dei partners del progetto, seguendo lo schema metodologico, riportato nella figura 3.1, sono state presentate in un numero speciale della rivista Options Méditerranéennes, Series B, no. 51 2005.

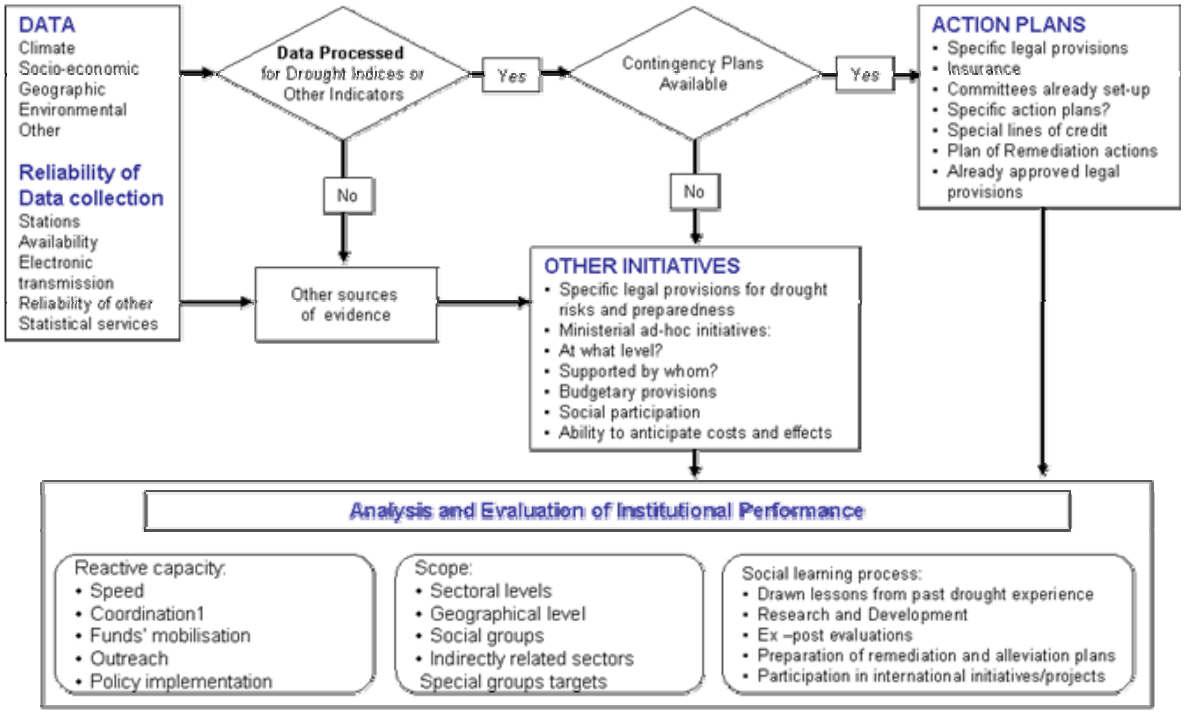


Figura 3.1 Metodologia adottata nel progetto MEDROPLAN per le analisi delle istituzioni coinvolte nella gestione della siccità (da Iglesias e Garrido, 2005)

Qual è l'attuale divisione delle competenze in materia di siccità in Italia?

Il quadro normativo vigente in Italia in materia di lotta alla siccità non risulta adeguato, in quanto manca di una chiara distinzione fra le misure a lungo termine e a breve termine e di una precisa ripartizione delle competenze tra enti gestori, Regione, Protezione Civile e Stato. Inoltre, non appare ancora ampliamente condivisa la convinzione della necessità di

un approccio preventivo (o pro-attivo) per affrontare in modo efficace le conseguenze delle siccità come le altre calamità naturali (piene, terremoti, ecc.).
Le basi normative delle misure che possono essere fino ad oggi adottate per combattere il fenomeno della siccità sono riportate nella Tabella 3.I, in cui sono anche citati lo stato di attuazione delle prescrizioni contenute nelle singole leggi e l'eventuale conferma di tali prescrizioni contenute nel recente Decreto Legislativo 152/2006.

Tabella 3. I Indicazioni normative sulla lotta alla siccità in Italia

Riferimento normativo	**Strumento previsto**	**Tipo di misure**	**Ambito territoriale**	**Stato di attuazione**	**Previsioni del D.Lgs. 152/2006**
L. 183/89	Piano di bacino (manca l'esplicito riferimento al rischio di siccità)	Misure a lungo termine per ridurre la vulnerabilità alla siccità	Bacino idrografico	Nessun Piano approvato nei bacini nazionali. Approvati solo Piani stralcio	Conferma dei contenuti del Piano di bacino
L. 225/1992	Piani di previsione e prevenzione di calamità naturali (manca l'esplicito riferimento alla siccità)	Misure a breve termine	Regione o Provincia	Piani non contenenti il rischio di siccità	___
L. 36/1994 e DPCM 47/1996	Individuazione delle aree a rischio di crisi idrica (limitata all' approvvigionamento civile)	Misure a breve termine ed a lungo termine	ATO del servizio idrico integrato	Piani d'ambito non contenenti l'individuazione delle aree a rischio di crisi idrica	___
D.Lgs.152/1999 e Delibera CIPE 21/12/1999	Individuazione delle aree vulnerabili alla desertificazione e definizione delle relative misure di tutela	Misure a lungo termine	Distretto idrografico	Piani di tutela contenenti solo in pochi casi l'individuazione delle aree vulnerabili e le misure di tutela	Conferma dei contenuti del Piano di Tutela

Come è regolamentata la gestione delle situazioni di emergenza idrica dovuta a siccità?

Generalmente attraverso il ricorso a provvedimenti ad hoc. Ad esempio, in occasione della siccità 1988-90 quasi tutte le competenze furono affidate alla Protezione Civile che provvide con proprie ordinanze a definire gli interventi da realizzare (generalmente sulle infrastrutture idrauliche come ad es. approfondimento o realizzazione di nuovi pozzi; manutenzione straordinaria in serbatoi di accumulo e regolazione, in condotte di adduzione e in reti di distribuzione, temporanea assegnazione all'approvvigionamento potabile di risorse già concesse ad usi irrigui,ecc).
Per le siccità successive si è fatto ricorso alla nomina di Commissari all'emergenza idrica da parte del Presidente del consiglio (scelti in modo diverso, ad es. in Sicilia, prima il gen. Jucci, poi il presidente della Regione Cuffaro).
Nel caso della siccità che ha colpito la pianura padana nel 2003 si è adottata un linea d'azione diversa, costituendo un comitato di coordinamento tra tutti gli enti che gestiscono le risorse idriche (in particolare laghi prealpini e serbatoi ad uso idroelettrico) e gli enti che gestiscono le reti dei comprensori irrigui ed altri enti, sotto l'azione dell'Autorità di bacino del Po.

Come è regolamentata la copertura dei danni in agricoltura?

La copertura dei danni all'agricoltura causati da siccità è basata sulla dichiarazione di calamità naturale da parte del Ministero delle Politiche Agricole e sullo stanziamento di risorse dal Fondo Nazionale per la Solidarietà. Tale dichiarazione di calamità naturale è

sollecitata dagli organismi regionali su segnalazione degli uffici provinciali per l'agricoltura, sulla base di una stima del danno alle colture. Una volta stanziate le provvidenze, esse vengono gestite dagli organismi regionali attraverso gli uffici provinciali per l'agricoltura, e ripartite tra gli agricoltori danneggiati sotto forma di contributi per l'incremento della copertura assicurativa.

Come è trattato il rischio di siccità nella pianificazione delle risorse idriche?

I documenti di pianificazione nei quali dovrebbe essere previste le misure preventive per evitare deficienze idriche gravi dovute a siccità sono il Piano di Bacino (unità territoriale il bacino di interesse nazionale, interregionale o regionale secondo la L183/1989), e il Piano di Tutela (unità territoriale la Regione, con criteri generali fissati dall'Autorità di bacino).

Nelle indicazioni per la redazione dei Piani di bacino non sono previsti criteri o metodologie esplicitamente riguardanti il rischio di siccità; tuttavia la previsione di serbatoi con regolazione pluriennale, e più in generale gli interventi per l'utilizzazione di nuove risorse, come anche le azioni orientate a ridurre le perdite in rete, gli sprechi gestionali, o i fabbisogni (ad es., nelle reti irrigue il passaggio da canali a pelo libero in condotte in pressione) possono essere considerati giustamente come azioni che riducono la vulnerabilità dei sistemi idrici alla siccità e quindi come misure a lungo termine rivolte a migliorare la preparazione al rischio siccità.

Nel caso del Piano di Tutela, l'art 20 del D. Lgs. cita esplicitamente la necessità di identificare le aree soggette a siccità e desertificazione, ma nessuna indicazione è stata data sulle modalità con cui procedere a tale identificazione (nel DPCM che ha fornito tali indicazioni per le altre aree vulnerabili a forme di inquinamento specifiche). Anche a tale carenza può farsi risalire il fatto che nella maggior parte dei Piani di Tutela già approvati o adottati (complessivamente 11 su 21 secondo la Relazione sullo stato dei servizi idrici del 2005) soltanto due Piani (Emilia-Romagna e Veneto) documentano indagini ad hoc, mentre una (Sardegna) utilizza studi precedenti riguardanti il rischio di desertificazione .

Come è trattato il rischio di siccità nella gestione dei sistemi di approvvigionamento idrico?

Poiché non esiste un obbligo giuridico i vari Enti di gestione si comportano in modo diverso. Presso le aziende che gestiscono il servizio di acquedotto ad uso civile, soggette anche ad occasionali carenze idriche dovute a siccità sono state sperimentate strategie diverse per acquisire fonti integrative e/o ridurre i consumi sia con razionamenti che con campagne di sensibilizzazione.
La presentazione e la valutazione delle misure adottate e dei risultati raggiunti è piuttosto scarsa in Italia; fanno eccezione i casi di Genova , di Palermo (1988-90), ecc.

Qual è la situazione dei sistemi di monitoraggio meteorologico ed idrologico che includono l'analisi delle condizioni di siccità?

Dopo lo smembramento della struttura compartimentale del Servizio Idrografico e la realizzazione di Servizi regionali e/o l'assorbimento in uffici ARPA, le modalità di raccolta e diffusione delle informazioni idrometeorologiche sono estremamente varie. Sulla base dei dati APAT e delle indagini effettuate nel corso del progetto Sedemed II (coordinato dall' Ufficio Idrografico della Regione Siciliana) risulta che vari uffici hanno sviluppato dei bollettini relativi alla siccità, generalmente disponibili su Internet (anche se non sempre aggiornati con tempestività).

Quali sono le fasi di una pianificazione delle misure di prevenzione e mitigazione delle carenze idriche dovute a siccità secondo un approccio preventivo?

Come già menzionato, un approccio di tipo preventivo opera in anticipo rispetto all'inizio di una grave crisi idrica. Tale approccio risulta composto essenzialmente da due fasi differenti: la preparazione di appositi piani che permettono di evitare o di ridurre le conseguenze dell'emergenza idrica e l'attuazione di tali piani quando la siccità si verifica. Le diverse attività che caratterizzano l'approccio preventivo, secondo le due fasi principali individuate, sono riportate in Figura 3.2.

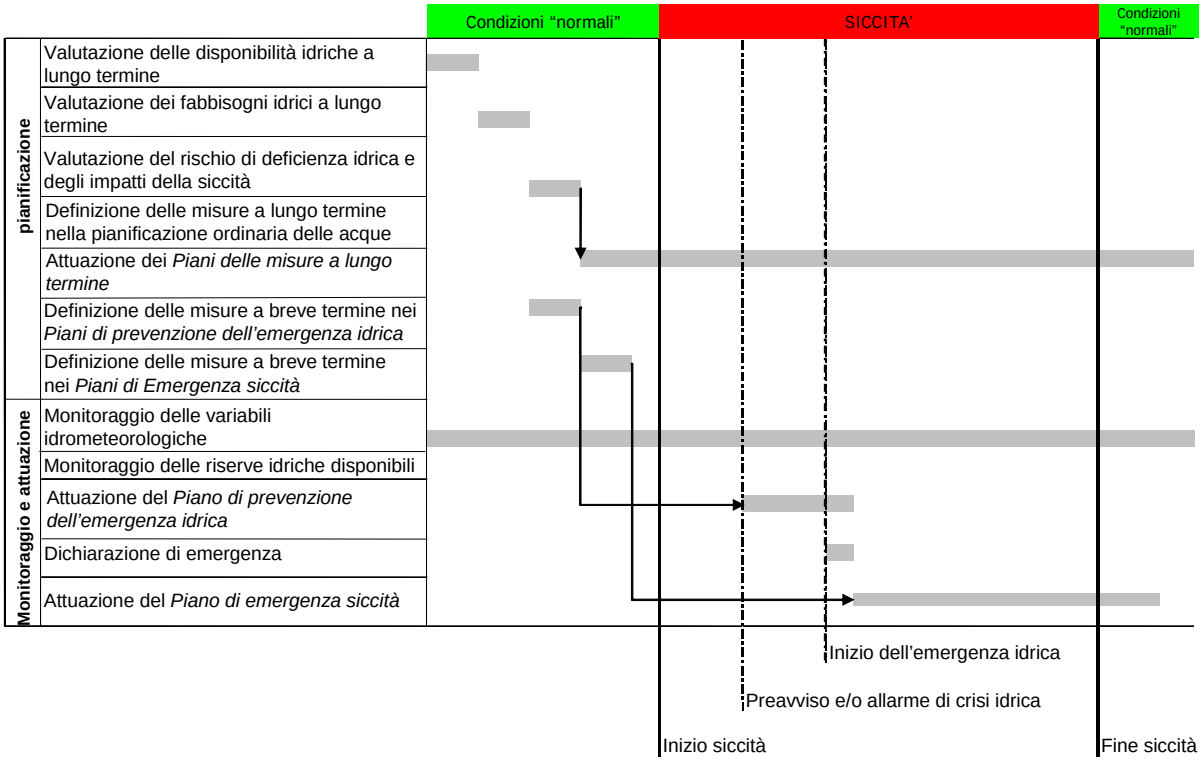


Figura 3.2 Approccio *preventivo* nella gestione della siccità (da Rossi, 2005)

Come riportato schematicamente in tale figura, in seguito ad una valutazione iniziale delle disponibilità e dei fabbisogni idrici a lungo termine, la prima fase prevede una valutazione del rischio di deficienza idrica attraverso un'analisi delle varie componenti di un sistema di approvvigionamento idrico individuando quelle più vulnerabili al fenomeno della siccità attraverso indagini di carattere economico, sociale e ambientale. Analizzati gli impatti sui diversi settori interessati si può passare ad una previsione degli interventi a lungo termine nell'ambito della pianificazione ordinaria. In particolare, nel caso della normativa italiana vigente, è possibile prevedere un Piano delle misure a lungo termine da introdurre nel Piano stralcio risorse idriche del Piano di bacino. La valenza di tale Piano consiste nella possibilità di ridurre la vulnerabilità alla siccità dei sistemi di approvvigionamento idrico facendo leva su un incremento di risorse e/o su una riduzione della domanda o delle perdite e degli sprechi. Invece, sono rivolti direttamente alla lotta alla siccità gli altri due Piani previsti in questa fase:

- Piano di prevenzione dell'emergenza idrica, di competenza degli enti gestori dei sistemi di approvvigionamento idrico;
- Piano di emergenza siccità, di competenza delle Regioni o delle Autorità di bacino.

I primi dovrebbero comprendere le misure rivolte ad evitare l'insorgere di vere emergenze idriche. Il Piano di emergenza dovrebbe comprendere una serie di misure a breve termine da attuare quando la siccità per durata o severità produce impatti gravi

(emergenza idrica). La seconda fase dell'approccio pro-attivo prevede un monitoraggio continuo delle variabili idrometeorologiche e delle riserve idriche disponibili volto ad identificare situazioni di crisi idrica, preavviso e allarme di crisi idrica e, quindi, di avviare le misure necessarie ad evitare la vera e propria emergenza idrica. Tuttavia, nel caso in cui non sia possibile evitare il verificarsi di una crisi idrica che assuma i contorni di una vera e propria calamità naturale (a seguito di una dichiarazione del governo), si procede all'attuazione del Piano di emergenza fino al ripristino di condizioni normali.
Appare, pertanto, evidente come l'approccio preventivo, sebbene più impegnativo, risulti di gran lunga più efficace rispetto a quello tradizionale in quanto permette di definire in anticipo le misure di mitigazione della siccità (sia a lungo termine, sia a breve termine) migliorando la qualità delle azioni.

4. COMPONENTE METODOLOGICA

4.1 Introduzione

Qual è lo scopo della componente metodologica?

La componente metodologica ha lo scopo di fornire un quadro quanto più possibile completo delle metodologie e degli strumenti disponibili per l'analisi e la valutazione del rischio di siccità e di deficienza idrica.

Quali sono gli elementi essenziali?

Gli elementi essenziali sono la caratterizzazione ed il monitoraggio delle siccità, la definizione degli impatti, la valutazione del rischio di siccità e di deficienza idrica e la valutazione della vulnerabilità.

4.2 Caratterizzazione e monitoraggio delle siccità

Quali sono gli obiettivi della valutazione delle caratteristiche di siccità?

La valutazione delle caratteristiche di siccità ha l'obiettivo di valutare in termini di probabilità di occorrenza l'entità e durata delle siccità che possono verificarsi in una data area o regione. Tale valutazione ha il duplice scopo, da un lato, di analizzare le siccità che si sono verificate nel passato, al fine di caratterizzarne l'eccezionalità, dall'altro, di definire siccità "di progetto", ovvero con caratteristiche di prefissato tempo di ritorno, da utilizzare al fine di valutare gli effetti di eventi con prefissata probabilità di occorrenza.

Quali sono gli obiettivi del monitoraggio della siccità?

Gli obiettivi del monitoraggio della siccità sono quelli di segnalare tempestivamente la possibile insorgenza del fenomeno siccitoso e di seguire la sua evoluzione nel tempo e nello spazio. Ciò comporta una scelta accurata dei metodi di identificazione della siccità e/o di opportuni indici che descrivano in modo sintetico ma quanto più chiaro ed oggettivo possibile la situazione di siccità.

Quali sono i metodi per definire la probabilità delle siccità?

Tra i diversi metodi per l'identificazione delle caratteristiche di siccità, il metodo dei run è quello che ha trovato maggiore applicazione, a causa della sua oggettività nella definizione di evento di siccità (Yevjevich, 1967). Il metodo inoltre si presta ad una

derivazione analitica delle distribuzioni di probabilità delle caratteristiche di siccità, che ne consente una affidabile applicazione anche in presenza di serie idrologiche storiche di limitata lunghezza (Bonaccorso et al., 2003).
Il metodo dei run può essere applicato ad una serie temporale stazionaria e/o periodica della variabile idrologica d'interesse (ad es., precipitazione, deflusso superficiale, ecc.), in una località interpretando la soglia di troncamento per la identificazione dei run come rappresentativa della domanda idrica connessa alla risorsa idrica considerata. Un'estensione del metodo dei run che comprende una soglia di troncamento anche per l'area interessata dai deficit idrici consente inoltre di valutare le caratteristiche delle siccità regionali.

Quali sono gli indici proposti per il monitoraggio della siccità?

Gli indici di siccità sono elementi essenziali per il monitoraggio delle siccità poiché consentono di sintetizzare le interazioni complesse tra le variabili climatiche e le grandezze ad esse correlate (ad es. contenuto di umidità del suolo). Gli indici consentono altresì di valutare in maniera quantitativa le anomalie climatiche in termini di intensità, durata, estensione spaziale e frequenza, e facilitano lo scambio di informazioni sulle condizioni di siccità tra i diversi soggetti coinvolti nel monitoraggio.

Diversi indici e metodi sono stati proposti a partire dagli anni sessanta per individuare e monitorare gli eventi di siccità con riferimento ad una particolare definizione di siccità. Alcuni di tali indici si riferiscono alla siccità meteorologica e sono basati sulle serie delle precipitazioni, altri indici sono orientati a descrivere la siccità idrologica o quella agricola (ad es. indice di Palmer) o la deficienza idrica nei sistemi di approvvigionamento idrico urbano. Più recentemente nuovi indici sono stati proposti con lo scopo di prendere in conto le potenziali riserve idriche del manto nevoso, come il Surface Water Supply Index usato dallo Stato del Colorado o di valutare le siccità su varie scale temporali per rispondere a differenti esigenze di informazione da parte delle diverse categorie di utenti (Standardized Precipitation Index per k = 3, 6, 12, 24 mesi proposto da McKee et al., 1993). In Tabella 4.I, si riportano alcuni degli indici che possono trovare applicazione in un sistema di monitoraggio e le relative caratteristiche.

Tabella 4. I Principali indici per il monitoraggio delle siccità e loro caratteristiche

Indice di siccità	Variabili idrologiche utilizzate	Categoria	Efficacia
Decili	precipitazione	Meteorologico	Monitoraggio
Palmer Hydrological Drought Severity Index (PHDI)	precipitazione, temperatura	Idrologico	Monitoraggio di siccità agricole
Surface Water Supply Index (SWSI)	precipitazione, deflussi, volumi accumulati nei serbatoi, manto nevoso	Idrologico	Monitoraggio di sistemi di approvvigionamento idrico
Crop Moisture Index (CMI)	precipitazione, temperatura, contenuto idrico del suolo	Agricolo	Valutazione degli impatti in agricoltura
Standardized Precipitation Index (SPI)	precipitazione	Meteorologico	Monitoraggio e previsione
Reconnaissance Drought Index (RDI)	precipitazione, evapotraspirazione potenziale	Meteorologico, idrologico	Monitoraggio

Quali sono gli indici preferibili per il monitoraggio?

La disponibilità di un numero elevato di indici, lungi dal vedere risolto il problema della definizione della siccità, testimonia invece la difficoltà incontrata nel corso dei decenni nell'ottenere una definizione (e dunque un metodo di analisi) completa e univoca del fenomeno. L'attuale tendenza è quindi quella di impiegare non un solo indice, ma un insieme di differenti indici di siccità nell'ambito di un servizio pubblico di informazione

sulle grandezze idrometeorologiche e sullo stato delle risorse idriche, fornito da centri di preannuncio e monitoraggio delle siccità (Drought Watch Systems). L'obiettivo principale di tali centri è di aiutare i responsabili delle decisioni nel riconoscere le condizioni di "incipiente" siccità e individuare e attuare, sulla base di un continuo monitoraggio dell'evolversi delle condizioni di siccità, le migliori misure di lotta alla siccità.

4.3 Impatti della siccità

Come classificare gli impatti delle siccità?

Gli effetti delle deficienze idriche producono numerosi impatti (che possono essere quantificabili, cioè esprimibili in termini meramente monetari, ma anche non quantificabili) sui diversi settori sociali e sull'ambiente. Anche se la determinazione completa degli impatti delle siccità risulta abbastanza difficile, i principali impatti possono essere distinti in tre tipologie: economica, ambientale e sociale. In ciascuna categoria ricadono impatti diversi, connessi con il settore colpito.
In Tabella 4.II (adattata da Yevjevich et al., 1978 e da Rossi, 2004) è riportata una lista di tentativo dei principali impatti della siccità suddivisi in economici, ambientali e sociali.

Tabella 4.II Classificazione degli Impatti delle siccità

Impatti economici
▪ Danno economico per la produzione agricola (riduzione del raccolto, danno alle colture pluriennali, infestazione di insetti, malattie delle piante)
▪ danno economico per la produzione forestale (riduzione dell'accrescimento forestale, incendi dei boschi, malattie degli alberi, infestazione di insetti)
▪ danno economico per la 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)
▪ danno economico per la pesca nelle acque interne (danno all'habitat fluviale e ai pesci a causa delle portate ridotte)
▪ danno economico per le industrie direttamente connesse con la produzione agricola (industrie alimentari, industrie produttrici di fertilizzanti, pesticidi, ecc.)
▪ danno economico per le industrie colpite da eventuali riduzioni di energia idroelettrica
▪ disoccupazione a seguito della diminuzione della produzione
▪ danno economico per la navigabilità ridotta di corsi d'acqua, fiumi e canali
▪ danni nel settore turistico dovuti alla ridotta disponibilità idrica nell'approvvigionamento idrico e/o nei corpi idrici
▪ danno economico per le attività ricreative (diminuzione della clientela, ecc.)
▪ danno economico per i produttori e commercianti di attrezzature ricreative
▪ pressione sulle istituzioni finanziarie (pignoramenti, maggiori rischi nella concessione di prestiti,diminuzioni di capitali,ecc.)
▪ 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.)
▪ riduzione delle entrate per le aziende idriche dovute a ridotte erogazioni
▪ costi aggiuntivi derivanti dall'utilizzo di risorse idriche integrative
▪ 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.)
Impatti ambientali
▪ Peggioramento della qualità delle acque a causa della minore disponibilità
▪ aumento della salinità (in corsi d'acqua, falde sotterranee, aree irrigate)
▪ danni nei laghi naturali e artificiali (pesci, paesaggio, ecc.)
▪ danni agli ecosistemi fluviali (flora, fauna)
▪ peggioramento della qualità dell'aria (ad es. polveri inquinanti)
▪ peggioramento della qualità del paesaggio (erosione del suolo, polvere, ridotta copertura vegetativa ecc.)

Tabella 4.II Continua

Impatti sociali
▪ Disagi dovuti al razionamento dell'approvvigionamento idrico ▪ rischi per la salute umana connessi all'aumento delle concentrazioni di inquinanti e all'approvvigionamento discontinuo ▪ impatti sugli stili di vita (disoccupazione, ridotta capacità di risparmio, difficoltà a mantenere igiene personale, riutilizzo di acqua nelle case, divieto al lavaggio di auto e strade, incertezza sul futuro, diminuzione di feste e divertimenti, perdita di proprietà) ▪ iniquità nella distribuzione degli impatti della siccità e delle misure di mitigazione ▪ rischi sulla sicurezza pubblica dovuti alla maggiore incidenza degli incendi (foreste, pascoli) ▪ abbandono delle attività ed emigrazione (in casi estremi)

4.4 Valutazione del rischio di siccità e di deficienza idrica

Qual è l'obiettivo della valutazione del rischio di siccità?

La valutazione del rischio di siccità ha l'obiettivo di quantificare da un punto di vista probabilistico gli impatti delle siccità sui settori rappresentativi quali l'approvvigionamento civile, l'agricoltura asciutta, il settore irriguo, il settore industriale e l'ambiente. Per ciascun settore, l'analisi dovrebbe quantificare gli impatti delle potenziali siccità e le probabilità ad essi associate, attraverso una o più variabili. Ad esempio, con riferimento all'approvvigionamento civile, la variabile di interesse potrebbe essere l'eventuale deficienza idrica (deficit), e l'analisi dovrebbe porsi l'obiettivo di valutare probabilisticamente l'entità di tali deficit. Nel caso dell'agricoltura, specialmente asciutta, la variabile di interesse è generalmente costituita dalla perdita di produzione.

Quale definizione di rischio?

La definizione di rischio varia al variare della disciplina in cui esso è preso in considerazione e talvolta, anche all'interno della stessa disciplina, in funzione della tipologia dell'evento oggetto di studio. Seppure esistano delle differenze, le diverse definizioni possono grossolanamente essere raggruppate in due categorie principali: rischio definito come la probabilità del verificarsi di un evento potenzialmente dannoso e rischio definito come il valore atteso della conseguenza di un evento potenzialmente dannoso.

Nella prima categoria di definizioni ricade quella generalmente accettata in idrologia statistica ovvero rischio definito come la probabilità che una variabile idrologica X ecceda una data soglia x_0 almeno una volta in n anni:

$$\text{Rischio} = P[\text{almeno 1 anno in n anni con } X > x_0] = 1\text{-}P[X \leq x_0 \text{ in n anni}] \quad (1)$$

Assumendo stazionarietà ed indipendenza degli eventi, il rischio può essere calcolato dalla nota espressione:

$$\text{Rischio} = 1\text{-}P[X \leq x0]^n \quad (2)$$

In modo simile, nella teoria dell'affidabilità, il rischio è definito come la probabilità di insuccesso per il sistema oggetto di studio. Più specificatamente, il rischio è definito come la probabilità che il carico L (la forzante esterna) cui è sottoposto il sistema ecceda il suo valore di resistenza R (caratteristica interna del sistema) portando ad una condizione di insuccesso per il sistema:

$$\text{Rischio} = P[L > R] \quad (3)$$

La seconda categoria (rischio inteso come danno atteso) include le definizioni sviluppate nell'ambito delle strategie per la mitigazione degli effetti dei disastri naturali. In particolare il rischio è definito come "valore atteso delle perdite dovute ad una particolare calamità espresse in funzione della pericolosità naturale, dell'elemento a rischio e della sua vulnerabilità a quel fenomeno" (*UNDRO*, 1991). Nella suddetta definizione per pericolosità naturale (*hazard*) si intende la probabilità di accadimento, all'interno di uno specifico periodo di tempo ed in una data area, di un fenomeno naturale potenzialmente dannoso, per elemento a rischio si intende una quantificazione, non necessariamente monetaria, dell'elemento o del complesso di elementi a rischio, mentre per vulnerabilità si intende la percentuale di danno del dato elemento o complesso di elementi a rischio derivante dal verificarsi del fenomeno naturale potenzialmente dannoso di data entità espresso in una scala compresa tra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale).

Dalla precedente definizione segue che il rischio può essere misurato in termini fisici come perdite economiche o sociali quali perdita di vite umane. Tale definizione di rischio ha trovato ampia applicazione nell'analisi delle piene poiché si presta particolarmente per la redazione di mappe di rischio di inondazione in una data area.

Quale definizione di rischio di deficienza idrica nei sistemi di approvvigionamento?

Nessuna delle definizioni precedenti è del tutto soddisfacente quando viene applicata al rischio di deficienza idrica dovuta a siccità nei sistemi di approvvigionamento. Questi ultimi, infatti, sono caratterizzati da un elevato grado di complessità e di interazione tra i diversi elementi che li costituiscono che non rende possibile una definizione immediata e diretta delle conseguenze derivanti dalle deficienze idriche sui diversi comparti serviti dal dato sistema. Tradizionalmente la caratterizzazione delle deficienze idriche nei sistemi di approvvigionamento è stata effettuata mediante il calcolo di un insieme di indici di prestazione nel tentativo di cogliere i differenti aspetti relativi ai concetti di affidabilità, resilienza e vulnerabilità (*Hashimoto et al.*, 1982). Difatti, la natura stocastica dei deflussi, le complesse interazioni tra i diversi elementi de sistema, la presenza di più domande spesso conflittuali, l'incertezza legata alla definizione degli elementi a rischio e alla valutazione degli impatti, fa sì che il problema della valutazione del rischio di deficienza idrica in un sistema di approvvigionamenti possa essere più efficacemente affrontato tramite l'utilizzo di più indici e/o attraverso la valutazione delle probabilità associate a deficit di diversa entità.

Quale metodologia per la valutazione del rischio di deficienza idrica?

L'analisi del rischio nei sistemi di approvvigionamento idrico consiste nel determinare le domande che non possono essere completamente soddisfatte con le risorse idriche disponibili, e nel quantificare gli impatti delle deficienze idriche. Generalmente, risulta antieconomico garantire il 100% delle domande in un dato sistema, e conseguentemente è preferibile gestire il sistema affinché il rischio di deficienze idriche si mantenga entro livelli accettabili.

Ad esempio in Spagna, l'ente gestore del sistema di approvvigionamento idrico di Madrid (Canal de Isabel II, partner del progetto MEDROPLAN), ha adottato un piano di gestione delle siccità basato sul rischio (inteso come probabilità) di imporre deficit nelle erogazioni nel futuro. Il piano considera quindi criteri di gestione del sistema che si adattano ad ogni scenario di deficit, con l'obiettivo di mantenere la probabilità di un deficit nell'erogazione del 9% inferiore al 4%.

Il livello accettabile del rischio è condizionato dalla risorsa idrica disponibile, dal sistema degli impianti e dipende anche dalle caratteristiche delle domande e dalla loro elasticità. In questo contesto, l'analisi del rischio dovrebbe comprendere la valutazione dei seguenti aspetti:

- probabilità di deficit
- entità dei deficit
- durata dei deficit
- impatti economici dei deficit

Inoltre la valutazione dovrebbe essere condotta non soltanto con riferimento alle siccità che si sono verificate nel passato, ma anche rispetto ad eventi probabili di fissato tempo di ritorno (siccità di progetto).

Quali fasi della procedura per il calcolo del rischio dei deficienza idrica?

La valutazione del rischio di deficienza idrica può trovare applicazione sia in fase di pianificazione che di esercizio dei sistemi di approvvigionamento. Considerando la fase di pianificazione di un sistema di approvvigionamento la valutazione del rischio consente di quantificare e comparare il rischio associato a differenti alternative di misure di riduzione della vulnerabilità al rischio su orizzonti temporali lunghi. Al contrario, durante la fase di esercizio del sistema, la valutazione del rischio può essere condotta al fine di definire e comparare misure di mitigazione da adottare una volta che la siccità è già in atto, considerando orizzonti temporali brevi (2-3 anni).

I due approcci differiscono non solo riguardo all'obiettivo dell'analisi e alla lunghezza degli orizzonti temporali considerati ma soprattutto per il modo in cui l'analisi probabilistica viene effettuata. Nel primo caso infatti la valutazione del rischio è di tipo incondizionato (cfr. Figura 4.1), ovvero senza alcun riferimento alle condizioni iniziali del sistema. Tale approccio fornisce informazioni su cosa potrebbe accadere in qualunque momento dell'orizzonte temporale di pianificazione scelto. In particolare se si considerano le domande idriche presenti in un sistema a scopi plurimi si è interessati alla probabilità del verificarsi delle deficienze idriche di data entità per i vari usi durante l'orizzonte di pianificazione. Quando, invece, si considera la valutazione del rischio durante l'esercizio questo deve essere considerato come condizionato (cfr. Figura 4.2) e cioè tenendo conto delle condizioni iniziali del sistema. Inoltre, nel caso di rischio condizionato, si è interessati a stimare il rischio in un preciso momento dell'immediato futuro. Ad esempio, con riferimento ad una domanda idrica, la definizione del rischio condizionato consente di stabilire la probabilità di accadimento di una deficienza idrica di data entità ad uno specifico intervallo futuro (ad es. k mesi) dal mese corrente considerando le condizioni attuali del sistema. Grazie a questa sua caratteristica la definizione di rischio condizionato è particolarmente utile nella predisposizione di sistemi di preannuncio degli effetti della siccità in corso. Poiché, però, i risultati della valutazione del rischio condizionato dipendono fortemente dalle condizioni del sistema risulta necessario aggiornare costantemente tale valutazione sulla base delle nuove informazioni non appena queste si rendono disponibili.

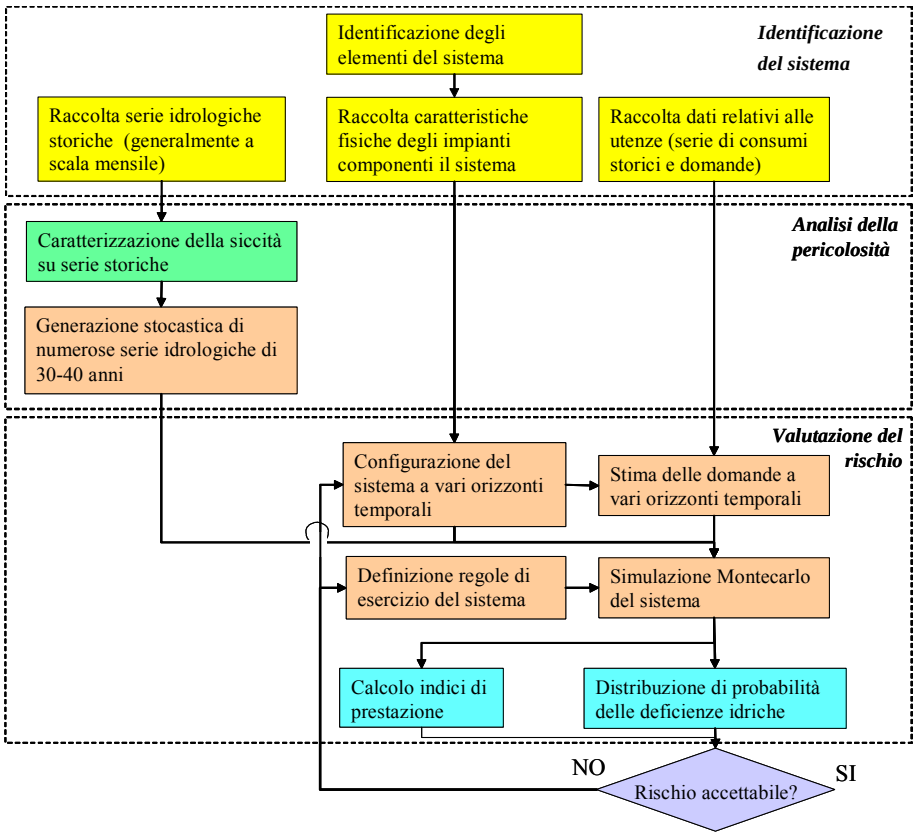


Figura 4.1 Metodologia per la valutazione del rischio incondizionato di deficienza idrica dovuta a siccità nei sistemi di approvvigionamento

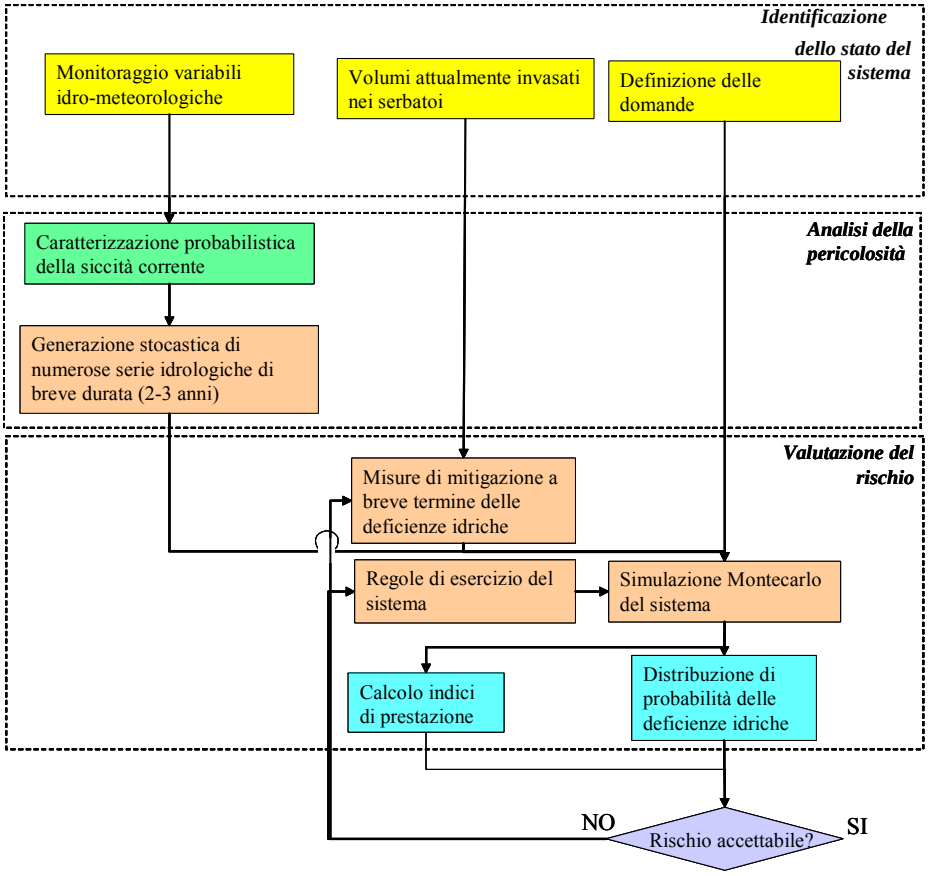


Figura 4.2 Metodologia per la valutazione del rischio condizionato di deficienza idrica dovuta a siccità nei sistemi di approvvigionamento

Quale definizione di rischio di siccità nell'agricoltura?

Condizioni climatiche sfavorevoli costituiscono la principale fonte di rischio per l'agricoltura asciutta di sussistenza, specialmente nei paesi in via di sviluppo. In questo caso, la siccità ha dirette conseguenze sui redditi, e il rischio può essere valutato attraverso l'utilizzo di semplici indicatori, come ad es. la produzione agricola. Per contro, il reddito agricolo nelle regione economicamente sviluppate è fortemente influenzato anche ad altri fattori quali politiche agricole, meccanismi di mercato e finanziari, nonché da fattori tecnologici. Conseguentemente, la valutazione degli impatti delle siccità risulta più complessa.

Quale metodologia per la valutazione del rischio di siccità in agricoltura?

Una possibile metodologia volta a valutare il rischio di siccità in agricoltura è basata sull'identificazione delle conseguenze dirette delle siccità quali la perdita di produzione, nonché di quelle secondarie quali abbandono delle terre conseguente alla ridotta produzione e perdita di reddito. In particolare, essa si basa sulle seguenti fasi:

- Identificazione della tipologia di agricoltura prevalente nella regione analizzata (agricoltura asciutta, irrigua, etc.)
- Definizione delle variabili rappresentative di ciascun sistema agricolo. Ad esempio, perdita di produzione, domanda irrigua, etc.
- Definizione della struttura dei costi e ricavi delle aziende agricole
- Sviluppo di legami funzionali tra le variabili agricole considerate e indici di siccità
- Analisi delle correlazioni tra gli indici di siccità e le variabili considerate. Gli indici che presentano correlazioni più significative sono quelli che dovrebbero essere utilizzati ai fini dell'attivazione di misure di mitigazione
- Sviluppo di un indice aggregato di sensitività del sistema alle siccità, basato sulla combinazione degli impatti parziali.

4.5 Valutazione della vulnerabilità alla siccità

Qual'è l'obiettivo della valutazione della vulnerabilità alla siccità?

L'obiettivo della valutazione della vulnerabilità è l'identificazione delle cause del rischio derivanti da inadeguatezze infrastrutturali, da fattori gestionali o tecnologici, ovvero da fattori economici, ambientali e sociali. La valutazione generalmente considera due componenti:

Vulnerabilità causata dall'esposizione diretta alla siccità

Vulnerabilità causata da fattori economici e sociali

Quali sono i risultati attesi?

Il risultato della valutazione di vulnerabilità è l'identificazione dei fattori che rendono potenzialmente suscettibile un dato sistema alla siccità. L'analisi di vulnerabilità quindi, rappresenta il collegamento tra la valutazione degli impatti e la formulazione di politiche di mitigazione, in quanto concentra la sua attenzione sulle cause intrinseche dei danni conseguenti a siccità (Iglesias e Garrote, 2005).

5. COMPONENTE OPERATIVA

5.1 Introduzione

Qual è lo scopo della componente operativa?

La componente operativa ha lo scopo di identificare le misure e le attività da attuarsi al fine di prevenire e ridurre gli impatti delle siccità. Tale componente risulta quindi essenziale in fase di pianificazione delle azioni finalizzate alla gestione delle siccità.

Quali elementi comprende?

La componente operativa comprende tre elementi:

- L'individuazione delle misure di mitigazione (distinte in misure a lungo e breve termine)
- La realizzazione o miglioramento del sistema di monitoraggio della siccità
- La definizione delle modalità di implementazione delle misure di mitigazione

5.2 Individuazione delle misure di mitigazione della siccità

Quali criteri per classificare le misure di mitigazione delle siccità?

Le misure da implementare per prevenire e mitigare gli impatti delle siccità possono essere classificate in diversi modi. Una prima classificazione è basata sulla finalità delle misure stesse, distinguendo tra misure orientate all'incremento delle risorse, alla riduzione delle domande idriche ovvero alla minimizzazione degli impatti. Altre classificazioni più recenti fanno riferimento alla modalità di implementazione delle misure, distinguendo tra misure a lungo termine e a breve termine. Le prime sono misure implementate prima del verificarsi di un evento di siccità e sono finalizzate a ridurre la vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento attraverso interventi prevalentemente di tipo strutturale e vanno inserite nei documenti di pianificazione generale quali, ad esempio, il Piano di Bacino.

Le misure a breve termine, invece, sono misure implementate dopo l'inizio di un evento di siccità sulla base di un piano redatto in anticipo per ridurre la gravità degli impatti immediati di una siccità in atto. Esse vanno inserite in appositi piani atti a fronteggiare le situazioni di emergenza che, preparati in anticipo, vanno aggiornati ed implementati allorché i sistemi di monitoraggio indichino una condizione incipiente di siccità grave. Nella Tabella 5.I è riportata la lista delle principali possibili misure di mitigazione sia a breve che a lungo termine suddivise nelle tre categorie sopra richiamate con l'indicazione dei settori (civile, irriguo, ecc.) ai quali esse si applicano.

Su quale base può definirsi la miscela preferibile delle misure?

La redazione dei piani richiede l'individuazione dell'insieme di misure più appropriate per prevenire e mitigare gli impatti di siccità. Tale individuazione dipende dalle caratteristiche del sistema analizzato, da fattori tecnico-economici ma anche socio-politici.

Spesso può risultare necessario procedere alla scelta di una combinazione di misure a lungo termine e a breve termine. Se tale scelta fosse fatta su base esclusivamente economica richiederebbe di eguagliare il costo incrementale degli interventi a lungo

termine con il costo incrementale di implementazione delle misure di emergenza relativo all'evento di siccità che si verifica. Una più avanzata procedura potrebbe essere applicata qualora si consideri la distribuzione di probabilità dei deficit idrici, ottenuta ad esempio simulando il comportamento del sistema di approvvigionamento idrico in presenza di differenti misure di mitigazione della siccità.

Tuttavia, a causa della varietà degli impatti della siccità e delle azioni da adottare per fronteggiare in particolare gli impatti economici, ambientali e sociali, una valutazione fatta solo su base economica non appare adeguata, anche da un punto di vista teorico, e non risulta comunque sufficiente per interpretare il reale processo decisionale. Appare perciò opportuno fare ricorso ad una tecnica di valutazione multicriteriale che consenta di prendere in conto i punti di vista dei vari stakeholders sulle alternative da confrontare.

Tabella 5. I Principali misure di mitigazione delle siccità (da Rossi, 2000 modificata)

Breve termine		Settori				Lungo termine	Settori			
		C	A	I	R/A		C	A	I	R/A
Riduzione delle domande	- Campagne di sensibilizzazione al risparmio idrico	x	x	x	x	- Incentivi per il risparmio idrico	x	x	x	x
	- Limitazione di usi urbani (lavaggio auto, irrigazione giardini)	x				- Sistemi di irrigazione e tecniche agronomiche per ridurre i consumi		x		
	- Limitazione dell'irrigazione di colture annuali		x			- Introduzione di colture meno idroesigenti o trasformazioni in asciutte		x		
	- Manovre tariffarie	x	x	x	x	- Rete duale di approvvigionamento civile	x			
	- Razionamento delle erogazioni	x	x	x	x	- Riciclo nell'industria		x		
Incremento delle risorse idriche	- Incremento dell'efficienza dei sistemi idrici esistenti (ricerca perdite, regole di esercizio, etc.)	x	x	x		- Collegamenti bidirezionali tra sistemi acquedottistici	x	x	x	
	- Uso di fonti d'emergenza (risorse aggiuntive di scarsa qualità e/o di alto costo)	x	x	x	x	- Riuso di acque reflue depurate		x	x	x
	- Sovrasfruttamento acquiferi (uso di riserve strategiche)	x	x	x		- Trasferimenti idrici tra bacini idrografici	x	x	x	x
	- Uso di risorse destinate in condizioni normali a scopi ricreativi o ecologici	x	x	x	x	- Nuovi serbatoi di regolazione o incremento di capacità	x	x	x	
						- Uso di acquiferi come riserve di acqua sotterranee	x	x	x	
	- Cessione temporanea di cessioni idriche					- Dissalazione di acque salate o salmastre	x	x		x
						- Controllo delle perdite di evaporazione	x	x	x	
Minimizzazione degli effetti della siccità	- Riallocazione temporanea delle risorse idriche	x	x	x	x	- Campagne di informazione per migliorare la preparazione alla siccità	x	x	x	
	- Indennizzi pubblici per i danni	x	x	x	x	- Riallocazione delle risorse sulla base di requisiti di qualità	x	x	x	x
	- Sgravi fiscali (riduzione o rinvio pagamenti)	x	x	x	x	- Sviluppo di sistemi di preannuncio monitoraggio	x	x	x	x
	- Programmi di riabilitazione			x	x	- Sviluppo di Piano di emergenza e Piani di gestione di crisi idriche	x	x	x	x
						- Assicurazione volontaria		x	x	

Settore: C = civile; A = agricolo; I = industriale; R = ricreativo; A = ambientale

5.3 Ruolo del sistema di monitoraggio

Quale ruolo svolge un sistema di preannuncio e monitoraggio della siccità?

Il monitoraggio della siccità è largamente riconosciuto come uno dei fattori chiave per una efficace mitigazione degli effetti negativi del fenomeno. Difatti la rapida diffusione delle informazioni relative all'evoluzione di una siccità in atto agli enti ed organismi responsabili delle decisioni costituisce il presupposto per la scelta di appropriate misure di mitigazione della siccità, da adottarsi sulla base della gravità e delle caratteristiche del fenomeno.

In generale un sistema di preannuncio e monitoraggio della siccità ha la finalità di offrire agli Enti preposti alla gestione dei sistemi idrici ed al governo delle acque le informazioni necessarie per l'adozione di misure di mitigazione della siccità e la predisposizione di interventi volti a ridurre la vulnerabilità alla siccità dei sistemi idrici (Rossi, 2000). Caratteristica comune di tali sistemi di monitoraggio è la particolare enfasi data alla rappresentazione grafica dei risultati al fine di favorire una facile e immediata valutazione della severità di una eventuale siccità in atto, nonchè della sua evoluzione nel tempo e nello spazio. La diffusione delle informazioni avviene attraverso un sito web pubblico, con l'obiettivo di consentire l'accesso al maggior numero di utenti, oltre che alle agenzie ed enti direttamente interessati. Le condizioni di siccità sono generalmente descritte attraverso il confronto delle osservazioni idrometeorologiche correnti con valori considerati "normali" (ad es. media di lungo periodo o mediana), ma anche attraverso numerosi indici di siccità relativi alle diverse componenti del ciclo idrologico. Inoltre, ai fini di un monitoraggio permanente del fenomeno della siccità e dei suoi impatti, appare necessario che oltre agli indici di natura strettamente idrologica siano anche descritte le conseguenze socio-economiche e ambientali.

Quali sono i principali esempi di sistemi di monitoraggio nel mondo ed in Italia?

Il numero dei sistemi di monitoraggio nel mondo è in crescita, sia a causa del riconoscimento della loro importanza a livello istituzionale, sia a causa della diffusione di nuove tecnologie informatiche che facilitano la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati idrometeorologici. Uno dei sistemi di monitoraggio più completi è probabilmente quello gestito dal National Drought Mitigation Center (NDMC, *http://www.ndmc.unl.edu*) dell'Università del Nebraska, dove è anche operativo l'International Drought Information Center, che da quasi un ventennio è attivo nel campo dell'analisi e della mitigazione delle siccità. Un altro sistema di monitoraggio a scala nazionale è attivo in Australia (gestito dal Bureau of Meteorology, *http://www.bom.gov.au/climate/drought/*) mentre esempi di sistemi di monitoraggio a scala globale sono quelli sviluppati dall'Inter-Agency Standing Committee (IASC), (*http://www.hewsweb.org/drought/default.asp*), principalmente orientato agli aiuti umanitari nei paesi in via di sviluppo, e il Global Drought Monitoring dell'University College London (*http://drought.mssl.ucl.ac.uk/drought.html*), che utilizza i dati globali dell'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts di Reading, Inghilterra.

In Italia, sono operativi alcuni centri a livello regionale tra cui:

- Emilia Romagna (*http://www.arpa.emr.it/ia_siccita/index.htm*)
- Piemonte (*http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollidromensile.pdf*)
- Calabria (http://www.protezionecivilecalabria.it/index.asp?siccita)
- Sicilia (*http://www.uirsicilia.it*).

E' inoltre attivo un bollettino a larga scala basato sui dati meteorologici di rianalisi, realizzato dall'Università di Roma nell'ambito di diversi progetti europei (*http://romatm13.phys.uniroma1.it/medocc/siccita.html*).

Quali sono gli indici maggiormente utilizzati nei sistemi di monitoraggio in Italia?

Tra gli indici di siccità generalmente utilizzati sono il deficit della precipitazione rispetto alla media di lunga periodo e lo Standardized Precipitation Index relativo a vari intervalli (da tre a 12 o 24 mesi). Altri indici utilizzati sono i decili di precipitazione, indici relativi allo stato di umidità dei suoli (Palmer, indice di deficit traspirativi), nonché indici rappresentativi dello stato delle risorse idriche (deflussi superficiali, volumi invasati nei serbatoi, livelli freatimetrici nelle falde).

5.4 Implementazione delle misure di mitigazione

Quali modalità di attuazione delle misure di mitigazione?

Al fine di attuare un'efficace mitigazione della siccità una fase di particolare importanza riguarda le modalità di scelta dei diversi interventi da implementare sulla base dell'individuazione delle priorità degli usi da soddisfare e delle indicazioni sull'evoluzione della siccità fornite dal sistema di monitoraggio e del metodo di In generale, la scelta degli interventi di gestione della siccità 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.

Quando occorre attivare le misure di mitigazione?

La dichiarazione formale di stato di siccità è generalmente oggetto di controversie, a cause delle conseguenze di carattere politico-economico che essa comporta. Generalmente gli organismi responsabili dichiarano lo stato di siccità solo quando la situazione è particolarmente grave, e quando l'unica risposta possibile è costituita dalle misure di emergenza. Nell'ottica di un approccio proattivo invece, appare opportuno definire diversi livelli di gravità delle condizioni di siccità in corrispondenza dei quali attivare diversi insiemi di misure caratterizzate da differenti obiettivi. L'attivazione dei diversi livelli deve avvenire sulla base di prefissate soglie definite su uno o più indici o indicatori di condizioni di siccità (Iglesias e Garrote, 2005). Alternativamente, l'attivazione dei diversi livelli può essere effettuata sulla base di una valutazione del rischio a breve termine, seguendo la procedura proposta nel capitolo 4.

Quali livelli di gravità conviene distinguere per l'attivazione delle misure di mitigazione?

In generale, la scelta del numero e delle caratteristiche dei diversi livelli di gravità dovrebbe essere fatta sulla base del quadro istituzionale delle competenze da attivarsi in ogni livello, nonché della tipologia di sistema analizzato. Tuttavia, seguendo esperienze consolidate in altri paesi, quale la Spagna, appare opportuna un suddivisione in tre livelli di pre-allarme, allarme ed emergenza, corrispondenti a condizioni di siccità e carenza idrica via via più gravose.

Quali sono le caratteristiche dei livelli 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 (ad es. del 10%) 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. 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 stakeholders e presentano un costo solitamente basso. Gli interventi principali individuati in questa fase riguardano essenzialmente la comunicazione e la sensibilizzazione degli stakeholders e 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 (ad es. maggiore del 30%) 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 addizionali, al fine di garantire l'approvvigionamento idrico almeno durante l'arco di tempo necessario per definire e implementare misure di emergenza. 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 stakeholders e presentano generalmente un costo di implementazione che può avere impatti significativi sull'economia degli stakeholders. Di natura non strutturale in genere, 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.

Lo scenario di emergenza viene dichiarato 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 mitigazione degli impatti ed 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 (razionamenti idrici, sussidi e prestiti a basso tasso di interesse, incremento della copertura assicurativa).

Bibliografia

Bonaccorso, B., Cancelliere, A., Rossi, G., (2003). An analytical formulation of return period of drought severity, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* (Springer), 17: 157-174.

Hashimoto, T., Stedinger, J.R., and Loucks, D.P. (1982). Reliability, resiliency and vulnerability criteria for water resources system performance evaluation, *Water Resources Research*, vol. 18, n.1.

Iglesias, A., and Garrido, A. (2005). Methodology for the analysis of the organizations and institutions relevant to drought management and mitigation in the Mediterranean, in A. Iglesias, M. Moneo (eds.) *Options méditerranéennes*. Zaragoza, Serie B, no. 51: 9-23.

Garrote, L., Flores, F. and Iglesias A. (2005). Linking drought indicators to policy. The case of the Tagus basin drought plan, *Proc. of the 6th Int. Confe of the EWRA*, Menton, France, 7-10 September 2005

McKee, T.B., Doesken, N. J. and Kleist, J. (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scales, *Proc. 8th Conference on Applied Climatology*, Anaheim, California, pp. 179-184.

Rossi, G., (2000) "Drought Mitigation Measures: a Comprehensive Framework" in *Drought and Drought Mitigation in Europe,* Vogt, J., V. e Somma F. (eds.), Kluwer Academic Publishers, 233-246.

Rossi, G., (2004). Prevenzione e mitigazione delle carenze idriche dovute a siccità. *L'Acqua*. 4: 9-22.

Rossi, G., (2005). Siccità: dalla gestione dell'emergenza alla gestione del rischio di deficienza idrica. *L'Acqua*. 3: 117-127.

Yevjevich, V. (1967) An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts. *Hydrology Paper 23*, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

Yevjevich, V., Hall W. A. e Salas J. D. (1978) "*Drought Research Needs*" Water Resources Pubblication, Fort Collins, Colorado, 121-232.

APPENDICE. Esperienze di lotta alla siccità nei paesi mediterranei

A. Esperienze di lotta alla siccità in Spagna

Il quadro della pianificazione (istituzionale)

Risposta sociale alla siccità

La siccità provoca in Spagna gravi conseguenze sull'economia, sull'ambiente e sul benessere della popolazione. La siccità più grave verificatasi a metà degli anni '90 colpì oltre 6 milioni di abitanti, quasi dieci volte la popolazione che ha sofferto danni dalle piene degli ultimi cinquanta anni.

I danni economici causati dalle siccità in Spagna negli ultimi venti anni sono stati quasi cinque volte maggiori di quelli verificatisi negli Stati Uniti. Gli eventi di siccità producono gravi effetti sulle disponibilità idriche utilizzabili per gli usi irrigui, civili e industriali aggravando i conflitti tra i vari utenti e limitando una coerente gestione integrata delle risorse idriche. La siccità produce anche impatti rilevanti sul deterioramento degli ecosistemi. Anche il peggioramento dei parametri di qualità delle acque dovuto alla siccità può creare problemi per la possibilità di destinazione delle acque per il consumo umano. Inoltre, la riduzione delle aree umide (oltre 1200 km2 nel 1970 e circa 800 km2 nel 2000, escludendo le paludi del Guadalquivir) è dovuta, almeno in parte, ai ricorrenti episodi di siccità e alla riduzione dei deflussi superficiali oltre che all'eccessivo sovrasfruttamento degli acquiferi.

Storicamente lo sviluppo urbano culturale ed agricolo in Spagna ha dimostrato una profonda conoscenza delle strategie di adattamento alla variabilità delle precipitazioni, alla siccità e alla scarsità idrica. L'attuazione della Direttiva Quadro Europea dà alla Spagna l'opportunità di sviluppare piani di gestione delle acque che incorporano la lunga esperienza nel campo della pianificazione degli usi delle risorse idriche con le nuove sfide della protezione ambientale

Problemi di scarsità idrica

Le risorse idriche della Spagna sono scarse e difficili da prevedere da un anno all'altro. Le risorse idriche regolate in serbatoi ammontano al 40% delle risorse naturali, contro un valore medio dell'8% a livello mondiale, poiché l'uso delle acque fluenti in regime naturale consentirebbe di derivare solo il 7% delle risorse medie annue. L'uso delle acque sotterranee, che è molto intenso in alcune aree del paese, contribuisce per un ulteriore 10 % delle risorse naturali complessive. Con risorse idriche limitate e con domande crescenti per effetto dell'aumento della popolazione, dello sviluppo economico e dei cambiamenti negli stili di vita, i problemi di gestione delle risorse idriche sono rilevanti anche senza considerare gli eventi di siccità. L'impiego delle acque prevalente è quello per uso agricolo (oltre il 68% della domanda complessiva, mentre l'uso civile è del 13%), ma altre domande stanno crescendo rapidamente, in particolare quelle connesse al turismo e agli ecosistemi.

Il caso del bacino del Tago

Nel bacino del Tago si sta sviluppando un Piano di gestione delle siccità che è integrato nelle strategie a lungo termine di gestione delle risorse idriche. L'elaborazione del Piano è il risultato di un complesso processo in cui la partecipazione degli utenti è incoraggiata e stimolata. Una volta preparata una bozza del Piano, questa viene sottoposta ad un confronto pubblico, e i gruppi sociali e politici e i singoli cittadini possono presentare delle osservazioni che sono esaminate nel Consiglio della Confederazione idrografica, dove è richiesta la maggioranza dei voti per l'approvazione. Dopo il voto favorevole il Piano può essere

approvato tramite un Decreto reale e diventa obbligatorio per tutti i portatori di interessi (stakeholders).

Abitualmente i contrasti tra gli stakeholders riguardano soprattutto il momento in cui avviare le misure di lotta alla siccità. Gli utenti che contano di beneficiare delle misure, poiché la loro domanda è protetta dovuta alla priorità degli usi civili, tendono a incoraggiare un intervento tempestivo, anche col rischio di incorrere in falsi allarmi e in restrizioni non necessarie. Gli utenti le cui domande saranno razionate, a causa della più bassa priorità dell'uso irriguo e della produzione idroelettrica, tendono invece a premere per un ritardo nella applicazione delle misure eccezionali, anche a prezzo di esaurire completamente le riserve disponibili.

Per evitare conflitti tra gli stakeholders e assicurare una efficace implementazione delle misure di gestione della siccità, appare necessario che le motivazioni degli interventi previsti nel Piano siano comprese da tutti gli organismi coinvolti e, pertanto, una particolare attenzione deve essere dedicata al legame tra una obiettiva definizione della siccità tramite gli indicatori di siccità e la applicazione delle concrete misure. Anche una analisi approfondita delle possibili alternative da adottare e delle procedure per le esecuzione degli interventi scelti risulta essenziale.

Componente organizzativa

Il bacino del Tago ed il contesto nazionale

Il caso studio spagnolo riguarda il bacino del fiume Tago, ubicato al centro della penisola iberica, con una superficie complessiva di 83.678 km2, di cui 55.870 ricadente nel territorio spagnolo e la rimanente in territorio portoghese (cfr. Figura 1 e Tabella I). Il bacino del Tago è interessato da un trasferimento idrico verso il bacino del fiume Segura, che è una delle aree più aride e con problemi di carenza idrica di tutta la Spagna. La gestione delle acque del bacino è soggetta al vincolo di dover garantire una quantità d'acqua alla frontiera col Portogallo fissata con l'accordo internazionale di Abufeira.

Quadro legislativo e istituzionale

La legislazione spagnola in materia idrica trova i suoi fondamenti nella Costituzione del 1978 e nelle direttive europee, in particolare nella Direttiva Quadro dell'acqua del 2000. Le principali leggi che hanno introdotto un approccio di pianificazione e di preparazione alla siccità sono la Legge sull'acqua del 2001, la Legge sul Piano idrologico nazionale del 2001 e la Legge sulla Assicurazione in agricoltura del 1978.

L'organismo responsabile della gestione delle risorse idriche sia superficiali che sotterranee, nell'ambito di ciascun distretto, è la Confederazione Idrografica (Autorità di bacino). La Confederazione è una organizzazione pubblica autonoma che dipende dal Ministero dell'Ambiente in cui sono garantite le rappresentanze degli enti locali e degli utenti. Presso il Ministero dell'Ambiente vi è la sede dell'Osservatorio delle Siccità, che ha la funzione di fornire informazioni aggiornate sul fenomeno. Gli orientamenti attuali per la gestione della siccità, contenuti nella Legge sul Piano idrologico nazionale, prevedono di combattere la siccità agricola e idrologica, attraverso interventi da inserire nella pianificazione generale delle risorse idriche, nonché nei piani di emergenza. L'orientamento futuro delle Confederazioni idrografiche interebbe privilegiare le soluzioni basate sull'analisi del rischio di siccità e su strategie non limitate alla previsione di nuovi impianti.

Figura 1. Distretti idrografici della penisola iberica

Tabella I. Risorse idriche naturali disponibili e regolate e relative domande nei distretti idrografici della Spagna

	Total natural resources (km^3)	Available resources (km^3)(a)	Reservoir capacity (km^3)	Regulated water (%)(b)	Demand (% of available resources)	Irrigation demand (% of total demand)	Population (millions)	Total resources per capita (m^3/hab)
Norte (1)	44.2	6.8	4.4	15	37	42	6.7	6,542
Duero (2)	13.7	8.1	7.7	60	47	93	2.2	6,071
Tajo (3)	10.9	7.1	11.1	65	57	46	6.1	1,784
Guadiana (4)	5.5	3.0	9.6	54	85	90	1.7	3,298
Guadalquivir (5)	8.6	3.6	8.9	42	104	84	4.9	1,755
Sur (6)	2.4	0.54	1.3	21	268	79	2.1	1,135
Segura (7)	0.8	0.7	1.2	90	253	89	1.4	590
Júcar (8)	3.4	2.0	3.3	58	149	77	4.2	819
Ebro (9)	18.0	13.0	7.7	72	80	61	2.8	6,509
Catalonia (10)	2.8	1.1	0.8	40	122	27	6.2	451
Baleares (11)	0.7	0.3		45	96	66	0.8	785
Canary Is. (12)	0.4	0.4		102	102	62	1.7	241
SPAIN	111.2	46.6	56.1	42	76	68	40.1	2,728

(a) Surface and groundwater. Overall groundwater contribution is under 20 percent of total.
(b) Regulated water: rate of available resources from total natural resources.

Stakeholders e priorità

Nella Tabella II sono riportate le categorie di utenti delle acque del bacino del Tago che presentano interessi diversi ed anche contrapposti per i problemi di scarsità idrica e di siccità.

Tabella II. Preferenze di vari gruppi di interesse del bacino del Tago

Stakeholder	Variable of interest	Preference and compromise
Farmers	Water to irrigation	More water May be willing to accept lower abstraction permits in exchange for lower price (or to pay higher prices to obtain more water)
	Price of water for irrigation	Lower price Subsidies for switching to less water-demanding crops
	Dam and reservoir capacity	More capacity (decrease vulnerability to drought)
Environmentalists	Residual water	Well above minimum flow requirement
	Dams and reservoirs	No additional investment to protect biodiversity Sustainable ecological flow
Urban and Rural dwellers	Secure access to safe water	Closer safe water sources Guaranteed minimum water quantity Participatory water planning
Urban water supply companies	Dams and reservoirs	Increase storage capacity Infrastructure
Basin Authority	Dams and reservoirs	Integrated resource management Evaluate storage capacity First priority is urban water supply Other uses and services of water may be negociated
	Ecological water	Guarantee ecological services and flow requirements

Componente metodologica

Siccità meteorologica e idrologica

La caratterizzazione della siccità in territori che hanno sistemi di approvvigionamento comprendenti serbatoi di regolazione è complessa e richiede un insieme di indicatori. La siccità meteorologica viene descritta in Spagna con vari indici (ad es. l'indice SPI) basati sulle precipitazioni cumulate in vari intervalli temporali. La siccità idrologica richiede indicatori che descrivono lo stato delle risorse idriche che sono fonti di approvvigionamento per i vari usi idrici, i valori dei quali servono a definire gli scenari di siccità, a cui associare l'implementazione delle misure di mitigazione nei sistemi idrici.

L'analisi delle serie temporali idrologiche mostra che le condizioni di siccità si sono intensificate negli ultimi decenni a partire dal decennio 1980-90. Tuttavia, poiché periodi di siccità gravi si sono verificati anche in decenni precedenti (ad es 1940-50), resta problematico decidere se la siccità sia conseguenza di un cambiamento climatico, indotto dalle azioni antropiche o che dipenda da un ciclo naturale pluriannuale di periodi umidi e secchi .

Analisi del rischio

La base di un piano di gestione delle siccità è costituito da un robusto sistema di indicatori che consenta un tempestivo preavviso di periodi di siccità e che provveda a identificare anomalie nella disponibilità delle risorse idriche. Il sistema di indicatori della siccità, sviluppato sulla base di criteri generali definiti a livello nazionale è in corso di revisione e aggiornamento continuo in relazione alle nuove informazioni che si rendono disponibili e al miglioramento delle conoscenze sul comportamento idrologico del bacino.

Le variabili usate per fissare le soglie di preannuncio di varie condizioni di siccità possono essere raggruppate in due categorie: informative e operative. Le variabili informative danno informazioni sullo sviluppo di una siccità e vengono usate prevalentemente per il monitoraggio del fenomeno. Le variabili operative sono indicatori per quanto possibile obiettivi che determinano l'avvio di specifiche azioni di tipo gestionale. Due tipi di analisi vengono condotte per la stima del rischio di deficienza idrica: probabilistica e deterministica.

Analisi probabilistica

L'obiettivo dell'analisi è di definire delle soglie per la dichiarazione di situazioni (scenari) di pre-allarme, allarme, emergenza. Poiché gli afflussi futuri ai serbatoi sono incerti, queste soglie devono essere formulate in termini probabilistici. Le soglie sono fissate come volumi S da conservare nei serbatoi per soddisfare una frazione f della domanda in un orizzonte temporale h con una probabilità p. I valori di f,h e p sono parametri del modello che dovrebbero essere fissati attraverso la discussione con gli stakeholders. Essi dipendono essenzialmente dal tipo di domanda (civile, irrigua, idroelettrica,ecc.),dalla affidabilità dell'attuale sistema di approvvigionamento,dalle strategie di gestione alternative che possono essere applicate durante le siccità, dalla vulnerabilità degli usi a deficit idrici di una certa entità,ecc.

Analisi deterministica

Nella prospettiva di coinvolgere gli utenti nel processo decisionale, la presentazione di risultati probabilistici è sempre affrontata con riluttanza. Gli utenti sono restii ad accettare restrizioni nelle erogazioni basate sulla probabilità di avere deficit (o fallanza), specialmente se la probabilità non è prossima ad uno. D'altra parte, poiché l'implementazione delle misure richiede tempo, se il riconoscimento della necessità di intervenire è ritardata finché risulti quasi certo un deficit significativo, è molto difficile evitare conseguenze gravi. Per questa

ragione, è conveniente usare una versione semplificata della procedura di stima del rischio di deficit orientata alla negoziazione con gli utenti. Piuttosto che usare una distribuzione di probabilità del volume d'invaso da conservare, le decisioni possono essere basate su un insieme di siccità , che sono scelte come rappresentative di siccità di diversa severità verificatesi nel passato nel sistema. La metodologia è articolata in tre fasi: i) definizione delle siccità "di progetto", ii) definizione delle soglie, iii) validazione del modello.

La distribuzione di probabilità dei deflussi annui in un sistema si può approssimare generalmente con una distribuzione normale. La siccità caratteristica scelta nel caso studio è stata quella corrispondente al valore minimo storico della serie disponibile (117,91 hm3/anno) che corrisponde ad una probabilità di superamento del 95% secondo una distribuzione normale. Tre scenari sono definiti per legare la valutazione del rischio con le regole di esercizio del sistema. Lo scenario di preallarme considera la possibilità di soddisfare il 90% della domanda civile e dell'80% della domanda irrigua almeno per un anno. Lo scenario di allarme considera l'80% della domanda civile ed il 60% della domanda irrigua per un anno. L'emergenza fa riferimento al 70% della domanda civile ed al 40 % della domanda irrigua sempre per un anno.

La validazione del modello è stata effettuata simulando il comportamento del sistema con o senza le misure di gestione sopra descritte. E' risultato che durante i tre episodi più gravi di siccità verificatisi nella serie storica disponibile, i serbatoi sono stati completamente svuotati e si è avuto un deficit del 100% della domanda per vari mesi. Questa situazione è catastrofica e dovrebbe essere evitata definendo delle norme di gestione che conservino dei volumi nel sistema. In prima approssimazione, queste regole sono state simulate come riduzione delle domande del sistema negli scenari considerati.

Componente operativa

L'efficacia del piano di gestione della siccità può essere migliorata se le misure da adottare nel sistema sono raggruppate sulla base di scenari di crescente severità. Nel Piano di bacino del Tago si sono considerati gli scenari di preallarme, allarme ed emergenza. Le possibili azioni da adottare nel caso di ogni scenario di siccità sono limitate dalle competenze attribuite all'organizzazione che le deve attuare. Tuttavia le misure di gestione della siccità coprono un campo molto ampio, come nella lista sotto riportata.

- Interventi interni alla Confederazione idrografica: miglioramento del monitoraggio, riduzione delle perdite, revisione delle regole di esercizio delle infrastrutture;
- Usi delle acque: gestione delle domande attraverso disseminazione delle informazioni e coinvolgimento degli utenti, promozione di azioni di risparmio idrico, proibizione di certi usi, rilassamento temporaneo di alcuni vincoli ambientali;
- Risorse idriche: azioni di conservazione e protezione delle acque invasate , ricerca di fonti aggiuntive e monitoraggio di indicatori di qualità;
- Istituzionali: Il presidente della Confederazione idrografica può costituire dei Comitati o Task Forces per affrontare specifici problemi, generalmente insieme agli utenti, anche in cooperazione con altre organizzazioni che hanno competenze nel settore;
- Giuridiche: sulla base della legislazione vigente esse vanno dalla dichiarazione di emergenza dovuta a siccità a diversi misure quali sussidi, restrizioni di usi lavori urgenti, ecc.

L'implementazione del piano richiede una connessione tra il sistema di indicatori e le misure da adottare. Per evitare negoziazioni all'ultimo momento il piano prevede l'attivazione di un insieme di misure collegate ad uno scenario di siccità quando l'indicatore supera la soglia fissata. La finalità è di raggiungere un bilancio tra la frequenza di dichiarazione dei vari scenari di siccità e l'efficacia dell'applicazione delle misure. Se gli scenari di siccità sono dichiarati troppo presto, gli utenti sono soggetti a frequenti restrizioni non necessarie. Se la

dichiarazione degli scenari di siccità è ritardata, può accadere che sia troppo tardi perché le misure risultino efficaci. L'impiego di modelli costituisce uno strumento essenziale per analizzare i problemi e favorire il consenso degli utenti consentendo di verificare le conseguenze delle possibili alternative.

In particolare gli interventi previsti per ciascun scenario sono i seguenti.

- Pre-allarme non sono adottate riduzioni delle domande, ma si avviano campagne di sensibilizzazione.
- Allarme. nessuna riduzione nelle erogazioni per uso civile e riduzione del 35% per uso irriguo (complessivamente una riduzione del 15%) . Per l'irrigazione si prevede di usare acque provenienti da altri bacini , soluzione che non è gradita agli agricoltori a causa della qualità inferiore di queste acque e dei costi maggiori di pompaggio.
- Emergenza: riduzione del 15 % delle erogazioni per uso civile ed eliminazione totale dell'erogazione per uso irriguo (complessivamente riduzione del 50% della domanda totale).

L'approvvigionamento civile può essere fatto con altre risorse se le condizioni degli altri sistemi idrici lo consentono.

I risultati di questi interventi sono stati simulati con i metodi di valutazione del rischio probabilistico e deterministico prima descritti. Le regole proposte possono ridurre il massimo deficit al 50% della totale domanda, ma a costo di restrizioni più frequenti. Vi è sempre un trade-off tra misure di conservazione e rischio di deficit idrico. Una pronta risposta al rischio di siccità implica la adozione di restrizioni che potrebbero essere evitate , ma può consentire di evitare deficit molto gravi che avrebbero conseguenze catastrofiche. I risultati della simulazione possono dare anche una stima della frequenza di dichiarazione dei vari scenari di siccità.

B. Esperienze di lotta alla siccità in Italia

Introduzione

Nell'ultimo ventennio si sono verificati in Italia gravi periodi di siccità che hanno colpito sia le regioni meridionali, interessate da un clima semi-arido (per le quali l'elevata variabilità idrometeorologica e la ridotta disponibilità di acqua in relazione alle crescenti domande idriche rendono più probabili situazioni di carenza idrica), sia le regioni settentrionali, caratterizzate da climi umidi e da una significativa disponibilità di risorse idriche.

Malgrado la severità di tali eventi di siccità e i conseguenti impatti (si pensi ad es. alla siccità verificatasi tra il 1988 e il 1990, o la più recente siccità del 2003), non molti progressi sono stati fatti a livello politico-istituzionale per migliorare le strategie di mitigazione delle siccità. A tal proposito, basti pensare che l'approccio ancora largamente adottato per la lotta alla siccità è quello reattivo, orientato all'applicazione di misure di mitigazione per arginare situazioni di emergenza, piuttosto che quello pro-attivo, finalizzato alla prevenzione di tali situazioni, ritenuto più idoneo ad affrontare questo tipo di eventi. In particolare, due sono stati gli strumenti finora utilizzati per mitigare gli impatti delle siccità: le misure di emergenza adottate dal Dipartimento della Protezione Civile o da un apposito Commissario all'emergenza idrica, generalmente nominato dal Presidente del Consiglio dopo una formale dichiarazione di calamità naturale, ed i sussidi agli agricoltori per la copertura dei danni subiti alle colture, secondo quanto previsto da atti legislativi emanati in risposta alle calamità naturali.

In Figura 1 e Figura 2 sono riportati due schemi semplificati che illustrano il quadro istituzionale italiano in materia di gestione dell'emergenza siccità in ambito urbano e agricolo.

Componente organizzativa

Il quadro legislativo-istituzionale nazionale in materia di risorse idriche

Il riferimento legislativo in tema di acque è stato per molti decenni il Regio Decreto 1775/1933, che era finalizzato a regolamentare da parte dello Stato l'utilizzazione delle risorse idriche prevalentemente per l'uso idroelettrico ed irriguo e non prevedeva strumenti di pianificazione. Il Piano regolatore generale degli acquedotti (L. 129/1963) e poi la legge Merli (L. 319/1976) introdussero i primi strumenti di pianificazione per l'approvvigionamento idrico civile e per la tutela delle acque dall'inquinamento.

A partire dalla legge sulla difesa del suolo (L. 183/1989) sono state introdotte importanti innovazioni in merito alla pianificazione di bacino, alla gestione delle risorse idriche e alla protezione ambientale. In particolare, l'attuale legislazione italiana in materia di risorse idriche contiene diversi principi etici, quali la proprietà pubblica delle acque, l'uso sostenibile delle stesse, l'efficienza dei servizi idrici pubblici e il coinvolgimento dei portatori d'interesse, ma anche criteri per migliorare l'approvvigionamento idrico, per mitigare gli impatti associati ad eventi estremi (piene e siccità), e per proteggere la qualità ambientale dei corpi idrici. Ciononostante, lo stato della gestione delle acque in Italia risulta tuttora insoddisfacente. L'emanazione del D. Lgs. 152/2006 pur avendo riunficato in un unico provvedimento tutta la normativa ambientale, non ha risolto le difficoltà di coordinamento tra le leggi precedenti e di attuazione della Direttiva Quadro Europea 2000/60.

Per quanto concerne, il problema della gestione del rischio di siccità, i principali riferimenti legislativi sono: L. 183/89, L. 225/92, L. 36/94, D.P.C.M. 47/96, D.Lgs 152/99 e D.Lgs 152/2006.

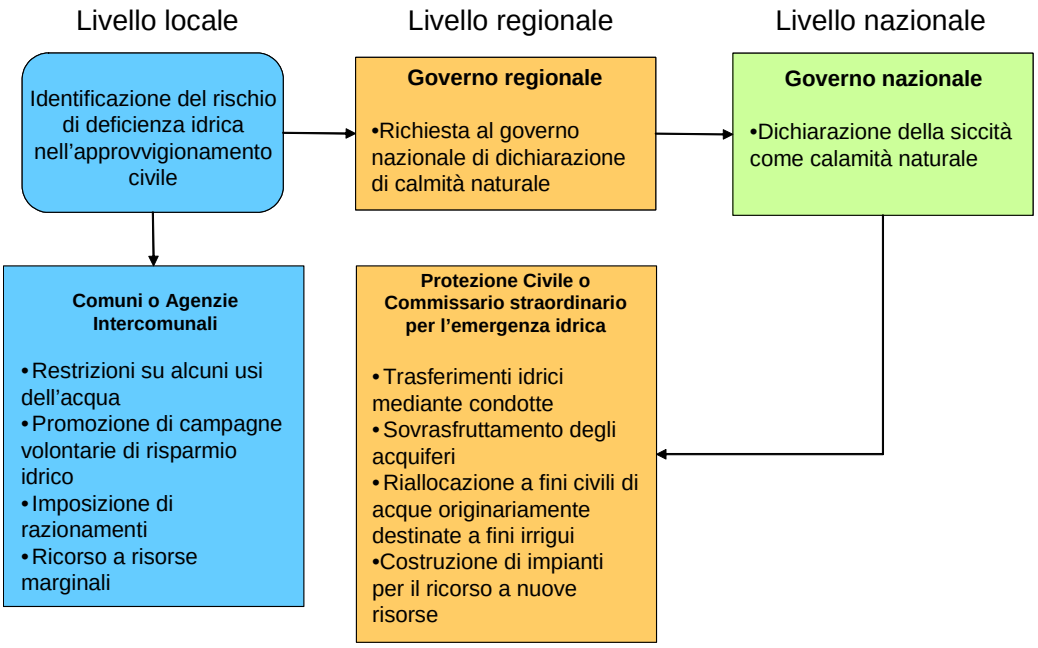


Figura 1. Quadro istituzionale per la gestione dell'emergenza siccità in ambito urbano

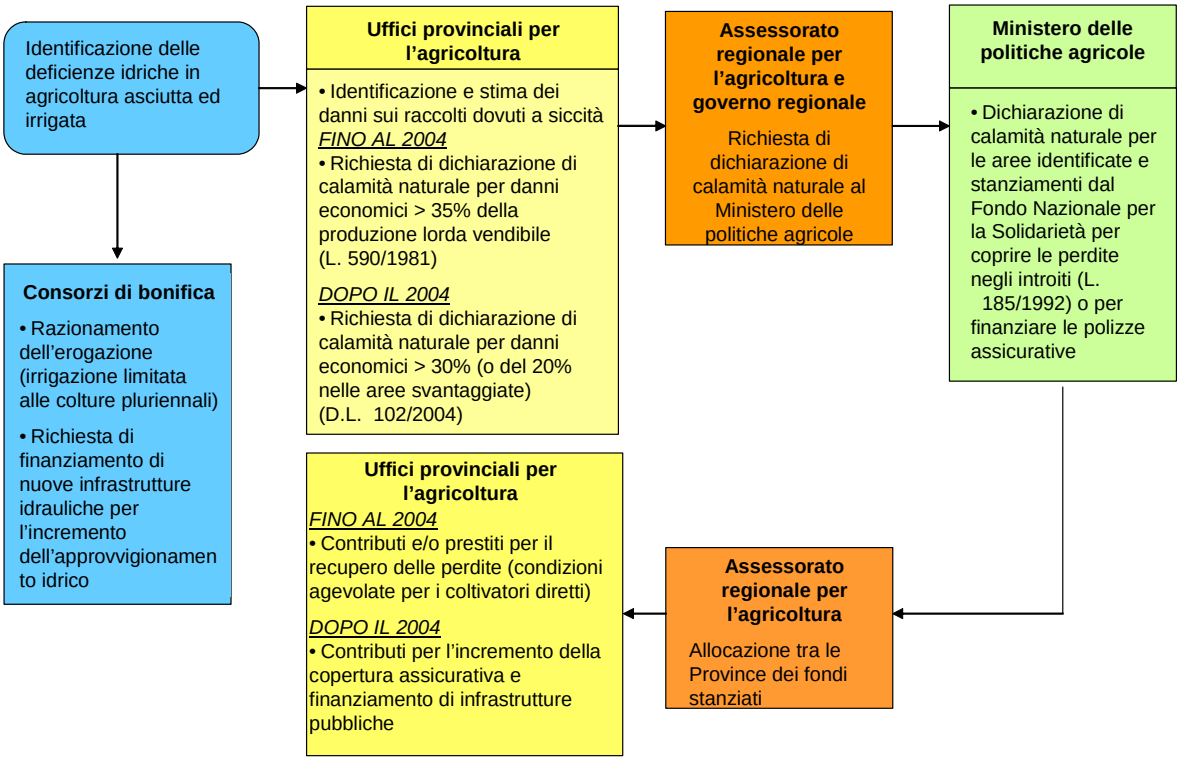


Figura 2. Schema istituzionale per la gestione dell'emergenza siccità nel settore agricolo

La legge 183/89, pur non facendo esplicito riferimento al tema della siccità, introduce un importante strumento di pianificazione, il Piano di bacino, all'interno del quale è possibile prevedere misure strategiche a lungo termine per la riduzione della vulnerabilità dei sistemi idrici alla siccità. Tuttavia, nei pochi Piani di bacino (o stralci di Piani) finora redatti, il rischio di siccità viene affrontato in maniera piuttosto marginale.

Anche la legge 225/92, che costituisce la base per la definizione di misure a breve termine e di emergenza, viene generalmente applicata limitatamente ai casi di dichiarazione dello stato di calamità naturale e alla nomina di figure commissariali, determinando così un'attivazione

tardiva, e spesso inefficace, di improvvisate misure di mitigazione, non di rado con impegno di ingenti risorse finanziarie, che producono limitati effetti positivi.

Indicazioni più precise sul rischio di siccità vengono fornite dalla direttiva per l'individuazione delle aree a rischio di crisi idrica contenuta nel D.P.C.M. 47/96, che propone l'applicazione del bilancio risorse idriche – fabbisogni come strumento per la stima del rischio. Tuttavia, le necessarie informazioni di base sulla variabilità delle risorse idriche, che dovrebbero essere inserite all'interno dei Piani d'Ambito (secondo la legge 36/1994), non sono quasi mai disponibili.

Specifici riferimenti ai problemi di carenza idrica sono anche riportati nel D. Lgs. 152/1999, che affida alle Regioni e alle Autorità di bacino il compito di individuare le aree vulnerabili alla desertificazione nell'ambito dei Piani di Tutela, da redigere secondo i criteri generali stabiliti dall'Autorità di bacino. Molte Regioni (Marche, Piemonte, Lazio, Liguria, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Toscana, Sardegna, e Valle d'Aosta) hanno già approvato i Piani di Tutela, ma altre stanno ancora avviando gli studi conoscitivi preliminari. Tuttavia, l'individuazione delle aree vulnerabili alla desertificazione è generalmente assente (con le eccezioni dei Piani di Emilia Romagna e Veneto), anche a causa della mancanza di specifiche direttive nel DPCM emanato come guida alla redazione del Piano di Tutela

Proposte di modifiche per un'efficace prevenzione e mitigazione delle siccità

Dalla breve rassegna degli strumento legislativi in materia di acque sopra riportata, risulta evidente che il problema della gestione delle siccità non è stato trattato in maniera adeguata in Italia, a differenza di altri paesi (ad es. la Spagna).

In particolare, le principali carenze riguardano: i) la scelta di un approccio preventivo (e non reattivo) per affrontare il rischio di siccità e le conseguenti deficienze idriche; ii) una mancata chiara ripartizione delle competenze tra gli enti che hanno compiti di pianificazione, gli enti gestori dei sistemi di approvvigionamento idrico e gli enti, quali la Protezione Civile con competenze in condizioni di emergenza; iii) la scarsa esperienza sulle tipologie di misure a lungo e breve termine per la mitigazione degli impatti delle siccità da adottare e sull'idoneità dei risultati da esse conseguite.

Con riferimento al quadro legislativo italiano e alla Direttiva Quadro Europea è stata formulata una proposta di regolamentazione della gestione delle siccità (Rossi, 2004) che in relazione alla suddivisione delle competenze di governo delle acque e di gestione dei sistemi idrici, prevede tre strumenti nell'ambito del processo di pianificazione:

- Piano delle misure a lungo termine contro la siccità, da introdurre nei documenti di pianificazione ordinaria delle risorse idriche (ad es. nel Piano stralcio risorse idriche del Piano di bacino). Tale Piano, di competenza dell'Autorità di bacino o dei Distretti Idrografici, dovrebbe almeno contenere:
    - Identificazione delle aree vulnerabili alla siccità;
    - Appropriate misure a lungo termine nei sistemi di approvvigionamento idrico vulnerabili alla siccità;
    - Definizione delle priorità nell'allocazione delle risorse idriche tra i diversi usi (urbani, irriguo, industriale) in condizioni di scarsità dovuta a siccità;
    - Definizione di adeguati livelli di razionamento;
    - Criteri per confrontare le misure di mitigazione delle siccità;

- Strumenti per garantire un'adeguata informazione sui problemi attinenti la siccità.

- Piano di prevenzione dell'emergenze idriche, predisposto dai soggetti gestori dei sistemi di approvvigionamento idrico, che dovrebbe includere:
  - Definizione di indicatori di siccità riferiti a tre livelli di rischio: preallarme, allarme ed emergenza;
  - Definizione di misure (combinazione di misure a lungo termine e a breve termine) da implementare per evitare situazioni di emergenza;
  - Stima dei costi di implementazione delle misure e relative fonti di finanziamento;
  - Strumenti per sensibilizzare l'opinione pubblica e migliorare la partecipazione.
- Piano di emergenza siccità, di competenza delle Regioni o delle Autorità di bacino, contenente:
  - Indicatori di siccità finalizzati alla dichiarazione dello stato di calamità;
  - Indicazioni in merito all'istituzione di una Commissione per la gestione delle siccità;
  - Misure a breve termine per la mitigazione delle siccità (per incrementare le risorse idriche, ridurre la domanda e mitigare gli impatti delle siccità), con i relativi costi;
  - Direttive per il coordinamento delle azioni tra il Governo nazionale, le Regioni e i soggetti gestori dei servizi idrici;
  - Strumenti per sensibilizzare l'opinione pubblica e migliorare la partecipazione;
  - Interventi finalizzati alla copertura finanziaria dei danni delle siccità.

Una descrizione del processo di pianificazione è riportato in Figura 3. La validità degli strumenti prima indicati deve essere garantita da una revisione periodica (ad es. ogni 5 anni), ed in ogni caso successiva ad ogni evento di siccità, dell'efficacia degli indicatori di siccità adottati per definire le soglie o livelli di rischio, i risultati conseguiti tramite l'applicazione delle misure a lungo e a breve termine, e l'effettiva applicazione dei piani.

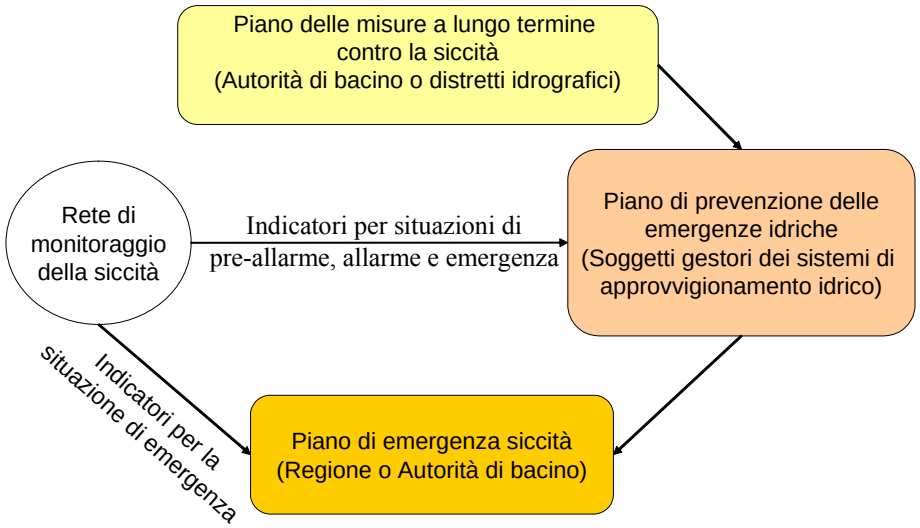


Figura 3. Strumenti di pianificazione orientati alla gestione delle siccità e prevenzione di gravi carenze idriche

Componente metodologica

Il caso-studio del bacino del Simeto

Il caso studio italiano prescelto per l'applicazione della componente metodologica delle Linee Guida nell'ambito del progetto Medroplan è il bacino del Simeto (vd. Figura 4), localizzato nella Sicilia Orientale. Le condizioni climatiche sono quelle tipiche di una regione mediterranea semiarida, con inverni moderatamente freddi e piovosi ed estati generalmente calde e secche.

Le utenze civili, agricole e industriali che ricadono all'interno del bacino sono approvvigionate attraverso un sistema di infrastrutture idrauliche per la regolazione e la derivazione delle acque superficiali. Le principali caratteristiche dei serbatoi che fanno parte del sistema di approvvigionamento idrico del Simeto sono rappresentate in Tabella I.

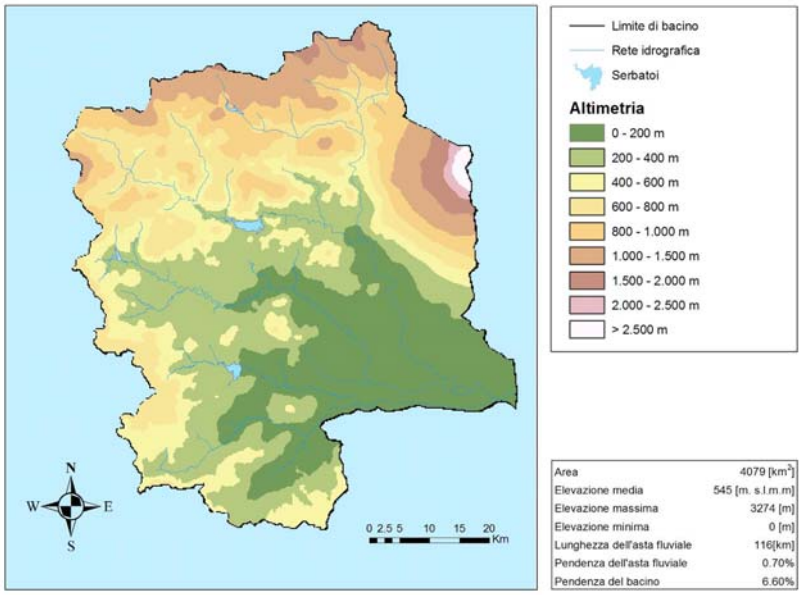


Figura 4. Il bacino del Simeto

Tabella I. Caratteristiche dei serbatoi del sistema di approvvigionamento idrico del Simeto

Serbatoio	**Superficie** (km^2)		**Capacità** (10^6 m^3)	**Deflussi medi annuali** (10^6 m^3)
	Bacino diretto	Bacini allacciati		
Ancipa	51	58	27.8(9.3*)	52.8
Pozzillo	577	-	123	92.3
Lentini	16	1086+341	127	96.4
Don Sturzo	171	285	110	31.58
Nicoletti	49.5	13+42	17.4	22.73

* Vincoli operativi

Identificazione e caratterizzazione delle siccità

La metodologia utilizzata per l'identificazione e caratterizzazione delle siccità consiste nell'uso combinato di diversi indici comunemente adottati per il monitoraggio delle siccità (SPI, indice di Palmer, metodo dei run). A tal proposito, a titolo di esempio si riportano in Figura 5, le serie storiche dell'indice SPI calcolate a partire dalle precipitazioni mensili aggregate a 12 mesi, per il periodo 1923-2003, e riferite a nove sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino del Simeto. Questo tipo di rappresentazione aiuta a cogliere l'evoluzione temporale e spaziale delle diverse condizioni climatiche (da siccità a periodi estremamente piovosi), che in linea di massima appaiono interessare in maniera omogenea l'intero bacino, seppur con qualche eccezione.

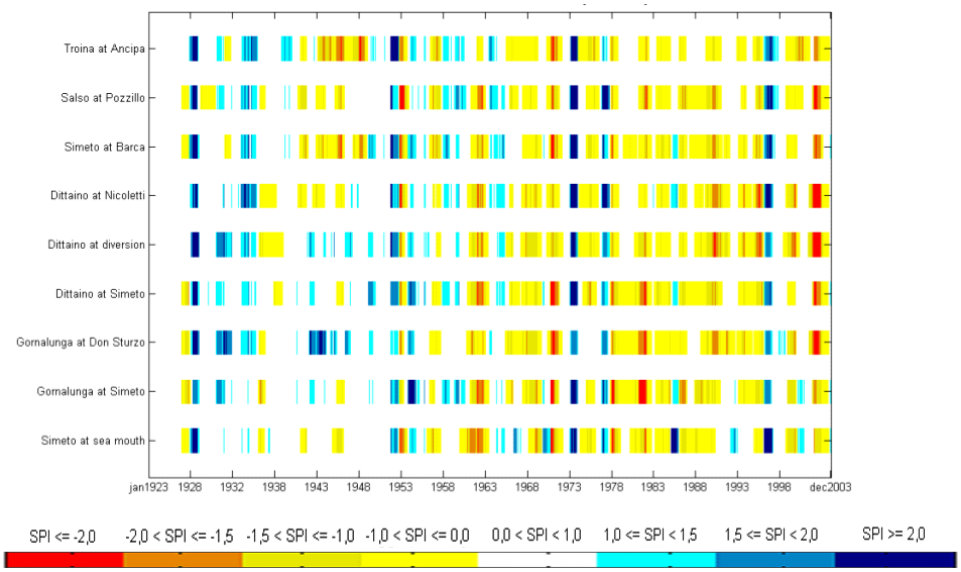
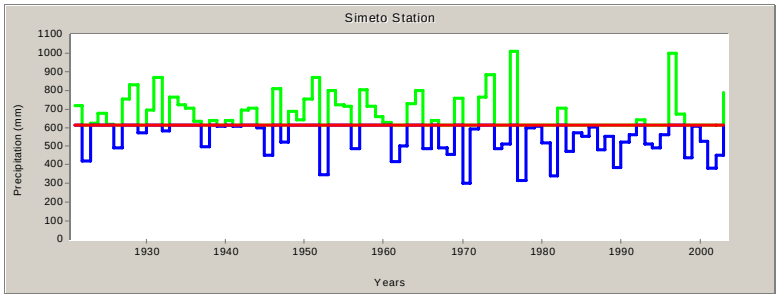


Figura 5. Serie temporale dell'SPI a 12 mesi per i principali sottobacini del Simeto

È stato, inoltre, messo a punto un metodo per la stima dei tempi di ritorno delle siccità basato sulle distribuzioni di probabilità delle caratteristiche di siccità, i cui parametri sono espressi in funzione dei parametri della variabile idrometeorologica di base (ad es. precipitazione annuale) e della soglia di troncamento adottata per l'identificazione delle siccità mediante applicazione del metodo dei run (Bonaccorso et al., 2003, Cancelliere et al., 2004).

In Figura 6, è presentato un esempio di analisi di siccità condotta sulla base delle precipitazioni ragguagliate del Bacino del Simeto. Per ogni siccità, identificata tramite il metodo dei run, sono indicate l'anno di inizio e di fine, le relative caratteristiche (durata, deficit cumulato, intensità), nonché i tempi di ritorno riferiti a diverse caratteristiche. In giallo sono segnati i periodi di siccità ritenuti più critici in riferimento ai valori delle corrispondenti caratteristiche.

Drought identification - Site analysis (trough REDIM)



Station name: Simeto
Hydrological variable: Precipitation
Aggregation time scale: year
Initial month: January
From year: 1921 To: 2003
Threshold (Average 50%):613.91 mm

Number of drought periods: 20

N	Begin.	End	Durat.	Cum. Def.	Drought Int.	Tr(L=l)	Tr(L=>l)	Tr(D>d)	Tr(L=l,D>d)	Tr(L=>l,D>d)
			[years]	[mm]	[mm/year]	[years]	[years]	[years]	[years]	[years]
1	1922	1922	1	189.84	189.84	8.58	7.55	8.39	61.67	8.57
2	1926	1926	1	123.43	123.43	8.58	7.55	6.23	24.70	6.20
3	1929	1929	1	39.29	39.29	8.58	7.55	4.46	10.09	4.32
4	1932	1932	1	29.47	29.47	8.58	7.55	4.32	9.45	4.20
5	1937	1937	1	116.38	116.38	8.58	7.55	6.04	22.59	6.00
6	1939	1939	1	6.79	6.79	8.58	7.55	4.06	8.63	4.03
7	1941	1941	1	6.49	6.49	8.58	7.55	4.06	8.63	4.03
8	1944	1945	2	181.81	90.91	16.13	14.19	8.09	27.39	9.70
9	1947	1947	1	90.55	90.55	8.58	7.55	5.42	16.55	5.32
10	1952	1952	1	267.25	267.25	8.58	7.55	12.10	199.17	12.55
11	1956	1956	1	126.17	126.17	8.58	7.55	6.30	25.59	6.29
12	1961	1962	2	312.21	156.11	16.13	14.19	15.05	88.97	16.29
13	1965	1965	1	127.16	127.16	8.58	7.55	6.33	25.92	6.32
14	1967	1968	2	275.60	137.80	16.13	14.19	12.60	61.00	13.88
15	1970	1971	2	329.82	164.91	16.13	14.19	16.42	107.77	17.64
16	1974	1975	2	230.16	115.08	16.13	14.19	10.13	40.00	11.52
17	1977	1981	5	689.83	137.97	107.07	94.14	103.30	539.97	121.36
18	1983	1991	9	823.28	91.48	1335.45	1174.21	208.38	1744.18	730.45
19	1993	1995	3	268.62	89.54	30.32	26.66	12.18	46.82	17.64
20	1998	2002	5	662.11	132.42	107.07	94.14	89.38	445.58	109.45

Figura 6. Caratteristiche delle siccità verificatesi nel bacino del Simeto, valutate sulla base delle precipitazioni ragguagliate

Analisi del rischio di siccità

La metodologia per la valutazione del rischio incondizionato e condizionato è stata applicata al sistema Salso-Simeto costituito da due serbatoi, Pozzillo sul fiume Salso e Ancipa sul fiume Troina, e una traversa sul fiume Simeto. Inoltre è stato considerato l'invaso di Lentini connesso al sistema mediante la traversa di Ponte Barca.

Le serie di deflussi disponibili constano di 40 anni di dati (1959-2000) ricostruiti mediante bilancio mentre le domande annuali al sistema sono state stimate in: domanda civile dall'invaso Ancipa pari a 23.5 10^6 m^3/anno, domanda irrigua pari a 121.4 10^6 m^3/anno e 3.4 10^6 m^3/anno rispettivamente per il Consorzio di Bonifica n.9 Catania (da Pozzillo e Barca) e il Consorzio di Bonifica n.6 di Enna (da Pozzillo). Inoltre è stato considerato un deflusso minimo vitale a valle delle opere pari a 9.1, 6.4 e 39.1 10^6 m^3/anno rispettivamente per i serbatoi Pozzillo e Ancipa e per la traversa di Ponte Barca.

Ai fini della applicazione della procedura per la valutazione del rischio sia nel caso incondizionato che condizionato è stato necessario calibrare un modello di generazione di serie sintetiche. In particolare per conservare le caratteristiche di autocorrrelazione tra le serie di deflussi ai tre siti e di variabilità temporale è stato considerato un modello multivariato stagionale. Il modello è in grado di preservare alcune delle caratteristiche statistiche più importanti delle serie originali tra cui medie, scarti quadratici medi, coefficienti di autocorrelazione a lag 1.

La simulazione del sistema è stata effettuata mediante un modello opportunamente sviluppato e particolarmente orientato all'analisi del comportamento di sistemi di approvvigionamento idrico al variare delle misure di mitigazione degli impatti della siccità considerate. Sono stati considerati tre diversi possibili stati del sistema denominati *normale,* di *allerta* e di *allarme* funzione dei volumi invasati nei serbatoi. Per ogni intervallo temporale di simulazione è stato confrontato il valore del volume invasato con quello delle soglie stabilite variabili mese per mese attivando di conseguenza le diverse misure di mitigazione previste per il particolare stato in cui versa il sistema.

Per il sistema Salso-Simeto sono state considerate le seguenti regole gestionali per i diversi stati del sistema:

- Imposizione di volumi obiettivo da conservare negli invasi di Ancipa e Pozzillo.
- Priorità di soddisfacimento della domanda civile dal serbatoio Ancipa considerando che il 90% di tale domanda sia soddisfatta a prescindere dal valore del volume obiettivo.
- Attivazione di un trasferimento idrico fino a 8 10^6 m^3/mese da Ancipa a Pozzillo durante i mesi invernali e solo in corrispondenza di un volume invasato ad Ancipa maggiore dell'85% della sua capacità utile.
- Erogazione dell'intero DMV fissato se disponibile per il particolare mese o dell'intero deflusso mensile all'impianto idrico se minore del DMV fissato
- Attivazione di un trasferimento idrico fino a 11.7 10^6 m^3/mese da Barca a Lentini durante i mesi invernali.

Le misure di mitigazione implementate in corrispondenza dei diversi stati del sistema sono:

<u>Allerta</u>

- Rimozione del vincolo sul volume obiettivo da conservare ad Ancipa
- Razionamento della domanda irrigua
- Nessuna erogazione a fini irrigui da Ancipa

Allarme

- Aggiunta alle misure di mitigazione implementate per le condizioni di allerta del rilassamento del vincolo di erogazione del DMV

Sia nel caso della valutazione del rischio incondizionato che condizionato sono stati effettuati due insiemi di simulazioni, l'uno considerando la gestione del sistema senza l'attivazione delle misure e l'altro attivando le misure così come sopra esposto. In entrambi i casi inoltre sono state considerate 500 simulazioni con serie generate di lunghezza pari rispettivamente a 42 anni (rischio incondizionato) e 36 mesi (rischio condizionato). L'analisi dei risultati è stata effettuata sulla base sia dei tradizionali indici di prestazione del sistema (Affidabilità temporale, Affidabilità volumetrica, Lunghezza media del periodo di deficit, Massimo deficit mensile, Massimo deficit annuale, Somma dei quadrati dei deficit) che mediante grafici della frequenza di deficit di data entità ottenuti dallo studio delle simulazioni Montecarlo.

Nel caso di valutazione del rischio incondizionato di deficit per il sistema si riportano in Figura 7 i grafici relativi alla frequenza di deficit irrigui per le simulazioni con attivazione o meno delle suddette misure di mitigazione in funzione dello stato del sistema.

L'implementazione delle misure di mitigazione produce in generale la stessa frequenza di deficit che si riscontra nel caso di assenza di misure presentando però classi di deficit più basse. Nel caso di assenza di misure (a) si riscontrano infatti deficit appartenenti alla classe superiore al 75% della domanda per quasi tutti i mesi della stagione irrigua mentre nel caso di implementazione delle misure (b) la frequenza di deficit appartenenti a tale classe risulta ridotta diminuendo globalmente l'ammontare dei deficit durante la stagione irrigua.

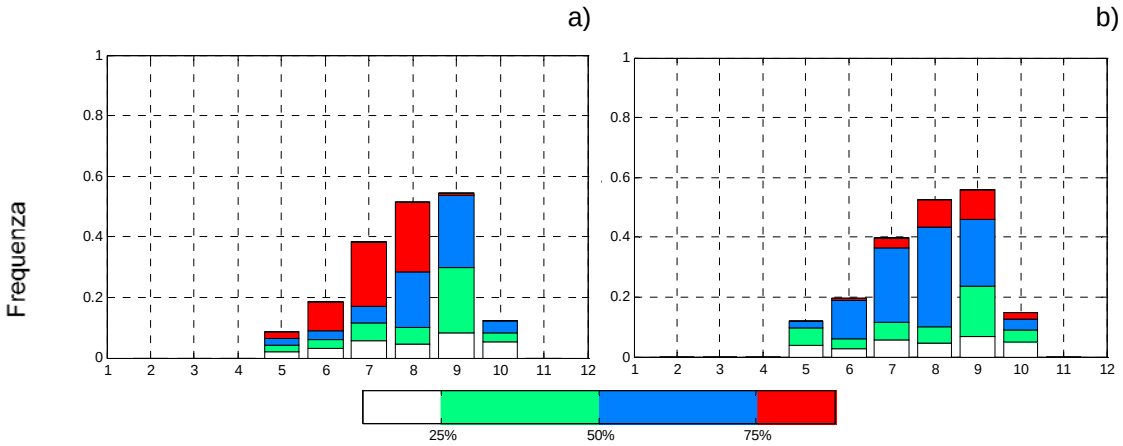


Figura 7. Valutazione del rischio incondizionato - Frequenza di deficit irriguo (CB9) mensile nel caso di assenza di misure (a) e di implementazione delle misure (b)

Nel caso di valutazione del rischio condizionato è stata considerata come condizione significativa per il sistema quella che si è verificata storicamente all'inizio di un evento siccitoso particolarmente gravoso per il sistema (Marzo 1989). A partire da tali condizioni iniziali sono state effettuate le simulazioni Montecarlo scegliendo come orizzonte temporale i 36 mesi futuri.

La Figura 8 mostra che, a causa delle misure di mitigazione particolarmente orientate alla salvaguardia della domanda civile, i benefici sulla domanda irrigua risultano contenuti in termini di diminuzione di deficit di forte entità tuttavia, si nota che a partire dalla seconda stagione irrigua, l'implementazione delle misure di mitigazione provoca una diminuzione generalizzata della frequenza di deficit. Risultati migliori sia in termini di riduzione della frequenza dei deficit che della entità di tali deficit si riscontrano sulla domanda civile come riportato in Figura 9.

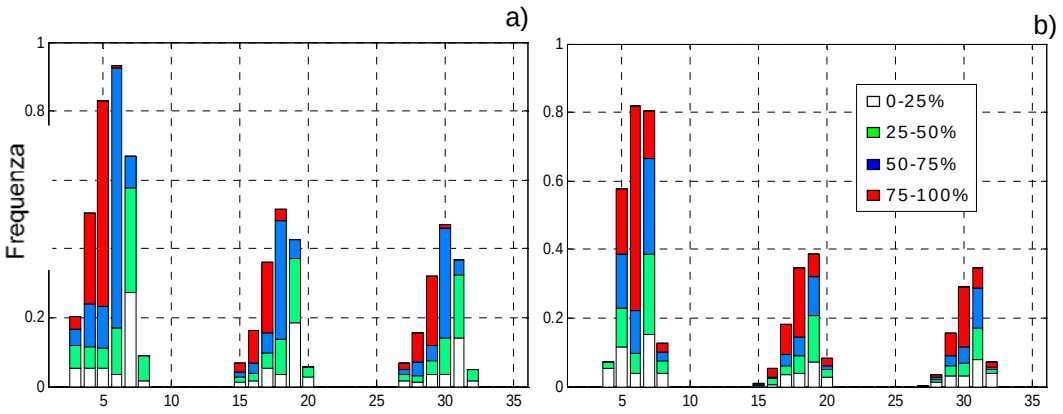


Figura 8. Valutazione del rischio condizionato - Frequenza di deficit irriguo (CB9) mensile nel caso di assenza di misure (a) e di implementazione delle misure (b)

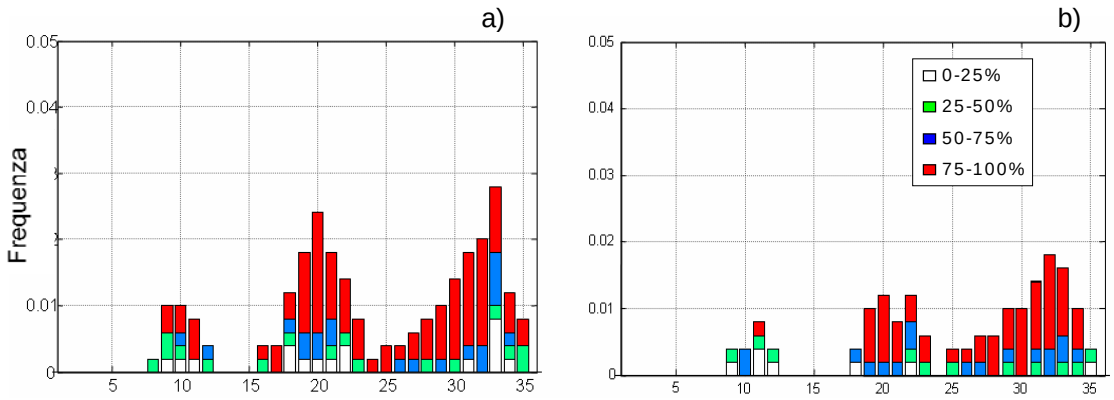


Figura 9. Valutazione del rischio condizionato - Frequenza di deficit civile mensile nel caso di assenza di misure (a) e di implementazione delle misure (b)

Componente operativa

Caso studio del bacino del Simeto

Per quanto concerne le misure di mitigazione adottate per mitigare gli impatti in agricoltura delle siccità storiche recentemente verificatesi nel bacino del Simeto, è possibile distinguere tra azioni intraprese dai Consorzi di Bonifica e quelle intraprese dagli agricoltori. In particolare, le principali azioni intraprese dai Consorzi di bonifica di Catania, Caltagirone, Siracusa ed Enna, sono stati:

- Priorità nell'allocazione delle risorse invasate nei serbatoi di Ancipa e Pozzillo alle colture perenni (ad es. agrumi) e restrizioni nell'approvvigionamento idrico delle colture annuali (ad es. foraggiere, angurie, ecc.);
- Manutenzione della rete di canali finalizzata alla riduzione delle perdite;
- Progetti di trasformazione delle reti di canali (adduzione e distribuzione) in condotte;
- Progetto per la realizzazione di un impianto di pompaggio di acqua invasata nel serbatoio di Lentini (ancora in fase di riempimento per il collaudo) da utilizzare in condizioni di emergenza idrica;
- Progetti di piccoli invasi aziendali per migliorare l'efficienza dei sistemi di irrigazione.

Gli agricoltori hanno attivato due diversi tipi di misure di mitigazione per ridurre gli impatti

della siccità sull'agricoltura irrigua:

- Misure per accrescere la preparazione a condizioni di deficienza idrica:
  - Uso di più efficienti tecniche di irrigazione (ad es. micro-irrigazione);
  - Costruzione di invasi aziendali (da riempire con l'acqua fornita dal consorzio prima che inizi la stazione irrigua e con quella estratta da pozzi privati);
  - Riduzione delle aree irrigue destinate a colture annuali.
- Misure per la gestione di eventi di siccità:
  - Incremento della profondità dei pozzi;
  - Costruzione di nuovi pozzi;
  - Trasferimento di acqua tramite autobotti (nei casi estremi e per piccole aziende).

Alle misure fin qui menzionate, occorre aggiungere i sussidi finanziari forniti agli agricoltori da parte dello Stato e della Regione nel caso di dichiarazione di calamità naturale, che comunque si sono mostrati sempre insufficienti a coprire i danni provocati dalle passate siccità.

Tra le principali azioni intraprese a livello regionale, vale la pena citare anche l'attività di monitoraggio condotta dall'Ufficio Idrografico Regionale. In particolare, essa si basa su un sistema di monitoraggio in tempo reale di grandezze idrometeorologiche, sviluppato nel 2000, che comprende: 230 stazioni per la misura delle precipitazioni, temperature, altezze idrometriche e latre grandezze meteorologiche (velocità del vento, umidità), 40 sensori per misurare il livello idrico di falde sotterranee e 23 sensori per monitorare i volumi invasati nei principali serbatoi siciliani.

Sulla base dei dati raccolti da tale rete è stato, inoltre, realizzato dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Catania, un bollettino mensile per il monitoraggio delle siccità, consultabile sul sito *www.uirsicilia.it*, finalizzato a fornire agli enti responsabili della gestione delle acque tutte le informazioni necessarie al fine di adottare appropriate misure di mitigazione e migliorare la preparazione alla siccità dei sistemi idrici.

In ultimo, ma non meno importanti, vanno segnalate le campagne di sensibilizzazione sul risparmio idrico, recentemente promosse sia a livello locale che a livello regionale.

Caso studio della Pianura Padana

Caso studio della Puglia

Caso studio della Sardegna

(da sviluppare in collaborazione con i partecipanti al seminario)

Riferimenti bibliografici

Bonaccorso, B., Cancelliere, A., Rossi, G., (2003). An analytical formulation of return period of drought severity, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* (Springer), 17: 157-174.

Cancelliere, A., Salas, J. D., (2004). Drought length properties for periodic-stochastic hydrological data, *Water Resources Research* (AGU), Vol.40, doi:10.1029/2002WR001750.

Rossi, G., (2004). Prevenzione e mitigazione delle carenze idriche dovute a siccità. *L'Acqua*. 4.2004: 9-22.

APPENDICE. Glossario

AVVERTENZA: Il presente glossario costituisce traduzione del testo inglese elaborato nel corso delle precedenti fasi di MEDROPLAN. Si è tuttavia reso necessario apportare alcune modifiche o integrazioni al testo, per renderlo più adatto alla situazione italiana. Le parti modificate o aggiunte rispetto al testo inglese sono sottolineate a tratteggio.

Siccità e scarsità idrica (drought and water scarcity)

Siccità, concetto (drought, concept)
Situazione climatica ricorrente caratterizzata da una occasionale e sensibile riduzione delle disponibilità idriche rispetto ai valori considerati "normali", per un periodo di tempo significativo (una stagione, uno o più anni) e su un'ampia estensione. Un evento di siccità è caratterizzato da durata, deficit cumulato (o intensità, cioè rapporto tra deficit e durata) ed estensione dell'area colpita. Nel linguaggio comune a volte si confonde la siccità con l'*aridità* (che è invece una situazione climatica permanente) o la *carenza idrica* o la *scarsità idrica,* che richiedono il confronto esplicito tra risorsa e domanda.

Siccità, tipologie (drought, typologies)
In relazione alle variabili scelte per analizzare il fenomeno si usano i termini: *siccità meteorologica*, *agricola* o *idrologica*.

- *Siccità meteorologica (meteorological drought).* Viene generalmente definita sulla base dello scostamento delle precipitazioni in un arco di tempo sufficientemente lungo da un "valore soglia" considerato rappresentativo delle "condizioni normali". Generalmente si fa riferimento alle precipitazioni annue o in una stagione, ed al valore della precipitazione media o mediana o di fissata probabilità. La determinazione delle siccità meteorologiche è relativa alla regione considerata, poiché le condizioni atmosferiche che determinano le deficienze nelle precipitazioni sono molto variabili da regione a regione. Oltre che precipitazioni inferiori alla norma, la siccità meteorologica può anche comportare temperature più elevate, velocità del vento più alte, umidità relative più basse, aumento dell'evapotraspirazione, riduzione della copertura nuvolosa e maggiore radiazione solare, e determinare minori deflussi superficiali, riduzione dell'infiltrazione e della percolazione profonda e quindi minore ricarica degli acquiferi.
- *Siccità agricola (agricoltural drought).* Fa riferimento ai deficit di contenuto idrico del suolo, conseguenti alla siccità meteorologica, che determinano effetti negativi sulla vegetazione e sull'agricoltura asciutta: riduzione del raccolto e/o del naturale sviluppo vegetativo.
- *Siccità idrologica (hydrological drought).* Fa riferimento agli scostamenti dai valori "normali" di una grandezza caratteristica dei corpi idrici (deflusso in un corso d'acqua, livello di un lago o di una falda acquifera) in conseguenza di un deficit di precipitazioni sul bacino. Le siccità idrologiche sono generalmente sfasate in ritardo rispetto alle siccità meteorologiche.

Carenza idrica (water shortage)
Occasionale insufficienza idrica in un sistema d'approvvigionamento idrico che comporta restrizioni nei consumi. Può essere causata dalla siccità o da azioni antropiche come disservizi tecnici, inquinamento, sprechi o usi impropri dell'acqua. Si misura come differenza fra la domanda e la risorsa disponibile.

Scarsità idrica (water scarcity)
Permanente condizione di insufficienza delle risorse idriche rispetto alla domanda in una regione, determinata da un clima arido o da un rapido incremento della domanda idrica, connessa alla crescita della popolazione, alla diffusione dell'irrigazione etc.

Aridità (aridity)
Condizione climatica permanente caratterizzata da precipitazioni molto scarse.

Tempo e clima (wheather and climate)

Tempo (weather)
Insieme delle grandezze meteorologiche che caratterizzano lo stato dell'atmosfera su un luogo o una regione in un determinato momento.

Clima (climate)
Insieme delle grandezze meteorologiche che caratterizzano le condizioni normali o medie dello stato dell'atmosfera su un luogo o regione in un lungo arco di tempo.

Risorse, domande, sistema e servizio idrico (water resources, demands, water system and water service)

Risorse idriche (Water resources)
L'insieme delle acque, considerate con riguardo alla loro potenziale utilizzazione. Comprendono le acque di pioggia (che possono essere raccolte in cisterne), le acque superficiali (fiumi e laghi), quelle sotterranee (falde acquifere) e le fonti non convenzionali (acque reflue trattate ed acque dissalate). Si distinguono le risorse idriche statiche (o fossili) da quelle dinamiche o rinnovabili. Queste ultime si distinguono in naturali, potenziali e utilizzabili o disponibili.

Risorse idriche statiche (fossil resources)
Depositi d'acqua fossili o geologici raccoltisi nel sottosuolo di certe regioni. Il loro emungimento provoca il depauperamento e l'esaurimento, e pertanto la loro utilizzazione è ammissibile solo in condizioni di siccità eccezionalmente gravi e prolungate, che non è assolutamente possibile fronteggiare con alcun altro mezzo.

Risorse idriche rinnovabili (renewable water resources)
Tutte le acque che partecipano al ciclo idrologico:

- *Risorse idriche naturali (natural water resources)*
  Volume d'acqua che complessivamente fluisce in un corso d'acqua superficiale e/o in un bacino sotterraneo) in un dato intervallo di tempo (generalmente un anno). Viene espresso in termini di valore medio di lungo periodo o di fissata probabilità.
- *Risorse idriche potenziali (potential water resources)*
  Frazione delle risorse idriche naturali che al più possono essere rese disponibili con mezzi artificiali. Sono limitate da condizioni idrologiche, geografiche, geologiche e dai limiti tecnologici (per esempio possibilità di derivazione, di accumulo e di trasporto).
- *Risorse idriche utilizzabili (available water resources)*
  Frazione delle risorse idriche potenziali che possono essere fornite nel luogo e nel tempo in cui sono richieste. Sono limitate da considerazioni socio-economiche, da vincoli ambientali e possono essere condizionate da complesse implicazioni istituzionali o economiche-finanziarie o anche internazionali.

I volumi delle risorse idriche così definiti possono subire variazioni nel tempo per cambiamenti nelle disponibilità naturali (le r.i. naturali), per innovazioni tecnologiche (le r.i. potenziali) o per variazioni nei condizionamenti (le r.i. disponibili).
Essi vengono spesso rapportati alla superficie del bacino ed espressi in mm/anno.
Quando il territorio d'interesse non coincide con uno o più bacini idrografici occorre distinguere fra le risorse dei bacini interni (risorse interne), le risorse provenienti da bacini esterni (risorse esterne) e risorse che defluiscono verso l'esterno del territorio.

Riserve idriche strategiche (strategic reserves)
Riserve da utilizzare solo per risolvere situazioni di carenze idriche o di siccità. Costituiscono misure di prevenzione di carenze idriche nel breve periodo.

Domanda idrica (water demand)
Volume d'acqua richiesto da una utenza nelle effettive condizioni d'utilizzo (usuali pratiche di coltivazione, usuale standard di vita) tenendo conto delle effettive condizioni d'efficienza delle apparecchiature d'utilizzazione e del prezzo dell'acqua. Viene generalmente espressa con riferimento ad un determinato periodo di tempo (generalmente anno o giorno) ed all'unità di misura rappresentativa dell'utenza (ad es. m^3/ha anno, l/ab giorno).

Fabbisogno idrico (water need)
Volume d'acqua necessario ad una attività di un'utenza nelle normali condizioni d'utilizzo. Coincide con la domanda se il sistema è in perfetta efficienza e non vi sono condizionamenti esterni, quali il prezzo dell'acqua, regole di erogazione etc..

Consumo idrico (water consumption)
Differenza fra il volume d'acqua erogato ad un'utenza e quello restituito all'ambiente dopo l'uso. E' il volume d'acqua effettivamente assorbito dall'utenza.

Uso "consuntivo" (comsumptive demand)
Impiego d'acqua che non ne consente la restituzione all'ambiente dopo l'uso, o che la restituisce in condizioni che non ne consentono il riutilizzo neanche dopo trattamento. Si ha quando l'acqua è effettivamente consumata dall'attività (ad esempio assorbita nel metabolismo o incorporata nel prodotto industriale), e/o è scaricata direttamente nel mare o evapora. Sia l'uso civile che quello irriguo o industriale lo sono almeno in parte.

Uso "non consuntivo" (non-consumptive demand)
Impiego d'acqua con restituzione all'ambiente senza alterazioni della sua qualità tali da non consentirne il riuso. Comprende gli usi ambientali in alveo, paesaggistici e ricreativi, l'uso idroelettrico ed, in parte, gli usi per raffreddamento, acquicoltura, l'approvvigionamento civile, irriguo ed industriale (dopo opportuni trattamenti).

Uso ambientale (in alveo) (environmental demand)
E' l'acqua necessaria, per quantità e qualità, al mantenimento dell'ecosistema nei suoi processi e nella sua biodiversità. In alcuni sistemi legislativi i requisiti per il mantenimento del deflusso in alveo possono costituire un vincolo prevalente su altre domande fuori alveo (cioè che richiedono il prelievo).

Domanda idrica prevista (future water demand)
Stima della domanda idrica per un tempo futuro, generalmente basata su ipotesi di scenari di sviluppo demografico, socio-economico e culturale, oltre che di politica di gestione delle acque.

Sistema d'approvvigionamento idrico (water supply sistem)
Insieme di tutte le infrastrutture che hanno lo scopo di prelevare, accumulare, trattare, trasportare e distribuire le acque ad una o più utenze.

Sistema idrico (water sistem)
Insieme di tutte le infrastrutture che, oltre alle infrastrutture di approvvigionamento, comprende anche quelle che hanno lo scopo di raccogliere, trasportare, depurare ed eventualmente riutilizzare ed infine restituire le acque all'ambiente.

Servizio idrico (water service)
Secondo la definizione della Direttiva quadro europea 2000/60, i servizi idrici indicano tutti i servizi che forniscono alle famiglie, agli enti pubblici ed a qualsiasi attività economica:
a) derivazione, regolazione, trattamento e distribuzione di acque;
b) raccolta, trattamento e scarico delle acque reflue.
Più in generale, per servizio idrico si intende l'insieme di tutte le attività necessarie a servire una o più utenze, sia nella fase dell'approvvigionamento idrico (dal prelievo dall'ambiente alla distribuzione) sia nella fase dalla raccolta alla restituzione all'ambiente. La normativa italiana utilizza l'espressione "servizio idrico integrato" (introdotta dalla L. 36/1994 e mantenuta nel d.lgs 152/2006), per sottolineare la discontinuità dal concetto tradizionale che indicava solo l'approvvigionamento.
Il servizio idrico comprende la gestione di uno o più sistemi idrici, l'organizzazione e gestione delle relative strutture tecniche ed amministrative, gli aspetti economici e finanziari ed i rapporti con gli utenti. E' retto da un sistema di regole, sia interne che esterne, che regolano l'uso delle risorse idriche, del territorio e dell'ambiente ed i diritti e doveri degli utenti, dei soggetti gestori e delle autorità di controllo.

Efficienza del sistema d'approvvigionamento idrico (water efficiency)
Rapporto percentuale fra il volume idrico effettivamente utilizzato ed il volume totale prelevato dall'ambiente.

Rischio, vulnerabilità e prevenzione (risk, vulnerability and prevention)

Vulnerabilità (vulnerability)
Insieme di condizioni connesse a fattori fisici, sociali, economici ed ambientali, che determinano una suscettività di persone e cose ad essere danneggiate.

Analisi di vulnerabilità alla siccità (drought vulnerability analysis)
Procedura per identificare o prevedere le cause che possono provocare impatti connessi alla siccità. In molti casi la siccità può essere solo uno dei fattori sfavorevoli di tipo sociale, economico ed ambientale che determinano la vulnerabilità.

Pericolosità (hazard)
Circostanza o complesso di circostanze (evento o fenomeno naturale, e/o attività umana) che è potenzialmente in grado di provocare danni, quali la perdita di vite umane, lesioni, danni patrimoniali, tensioni sociali, crisi economiche o degrado ambientale. Ogni pericolo è caratterizzato dalla sua localizzazione, intensità, frequenza o probabilità.

Rischio (risk)
Probabilità di effetti dannosi o di perdite (morti, feriti, danni patrimoniali, perdita di mezzi di sussistenza, cessazione di attività economiche o danni ambientali) conseguenti alla coesistenza di pericoli naturali o indotti da attività umane e condizioni di vulnerabilità.

In alternativa il termine rischio viene usato per indicare il danno atteso conseguente ad un grave pericolo.

Analisi del rischio (risk analysis)
Processo che individua la natura e l'entità del rischio dall'analisi dei pericoli potenziali e dalla valutazione delle condizioni di vulnerabilità in atto che potrebbero porre in essere una potenziale minaccia di danno a persone, beni patrimoniali, mezzi di sussistenza, e delle condizioni ambientali da cui dipendono.
oppure:
L'insieme della *valutazione del rischio* (che coinciderebbe con quella che, secondo la definizione precedente, costituisce l'analisi del rischio) e della *gestione del rischio* (che indicherebbe le attività orientate a mitigarne gli impatti).

Incertezza (uncertainty)
Insufficiente conoscenza di un fenomeno dannoso e dei suoi effetti potenziali.

Disastro (disaster)
Gravissima crisi del funzionamento di una comunità o società che determina perdite umane, materiali, economiche o ambientali, in misura superiore alla capacità della comunità o società colpita di farvi fronte con le sole risorse proprie.

Capacità di fronteggiare il rischio (Capacity to face with risk)
Complesso di forze e risorse disponibili all'interno di una comunità o organizzazione atte a ridurre il livello di rischio o gli effetti di un disastro.

Preparazione, (preparedness)
Attività e misure predisposte in anticipo per ridurre il rischio e l'incertezza, preparando una risposta efficace agli effetti potenziali di un pericolo.

Prevenzione (prevention)
Attività e misure predisposte in anticipo per ridurre il rischio e l'incertezza, procurando l'annullamento integrale degli effetti sfavorevoli di un pericolo.

Mitigazione (mitigation)
Complesso di misure strutturali o non strutturali adottate per limitare gli effetti sfavorevoli dei pericoli.

Previsione (forecast)
Stima statistica del verificarsi di un evento futuro.

Preavviso (early warning)
Tempestiva ed efficace informazione, fornita da istituzioni predefinite, che permette a chi è esposto al rischio di subire un disastro, di prendere iniziative per evitare o ridurre il rischio e prepararsi ad una risposta efficace.

Gestione della crisi (crisis management)
Approccio reattivo e non pianificato che implica misure tattiche da attuare per affrontare i problemi dopo che un disastro è iniziato.

Gestione proattiva (proactive management)
Approccio preventivo e pianificato che comprende misure strategiche ed azioni pianificate in anticipo, comprese modifiche alle infrastrutture e/o alle leggi e/o all'assetto delle istituzioni.

Impatto della siccità (drought impact)
Specifico effetto della siccità sull'economia, sulla vita sociale e sull'ambiente.

Analisi degli impattidella siccità
Procedura per accertare l'entità e la distribuzione degli effetti della siccità.

Organizzazioni, istituzioni, reti e portatori d'interessi (organizations, institutions, networks and stakeholders)

Organizzazione (organizations)
Gruppo di persone formalmente legate, su base volontaria, per un interesse comune, e le strutture predisposte a tale scopo.

Istituzione (institutions)
Ente o organo preposto, per legge od atto amministrativo, ad un particolare scopo o funzione legislativa, direttiva e amministrativa, e le regole stabilite per il suo funzionamento.

Rete (networks)
Gruppo di persone e/o di organizzazioni che informalmente interagiscono o si scambiano informazioni per un interesse o scopo comune, o per mutua assistenza o supporto.

Portatori d'interessi, soggetti interessati (stakeholders)
Soggetti direttamente o indirettamente interessati ad una questione in discussione e che potrebbero influenzare l'esito della decisione svolgendo azioni inerenti la questione o aspetti collegati ad essa. Nel caso di un gruppo o categoria di persone o di soggetti economici, che agisce per influenzare le scelte del potere politico, viene detta lobby.
Nel caso della gestione della siccità, soggetti portatori d'interesse possono essere considerate le persone, le organizzazioni, le istituzioni, i decisori ed i soggetti con funzioni dirigenti, che determinano o sono interessati all'uso delle risorse idriche, e sono esposti alle siccità ed alle carenze idriche.
I portatori d'interesse, da una parte suggeriscono atti alle istituzioni (regolamenti, norme, strategie condivise), dall'altra sono vincolati dalle decisioni delle istituzioni riguardo alla preparazione e gestione delle siccità. Pertanto, una descrizione a ciò finalizzata degli attori legittimati, così come un'analisi dei loro interessi, della loro importanza e del loro approccio al rischio, può costituire un requisito importante per la comprensione dei loro collegamenti con chi istituzionalmente gestisce la siccità.

Dati, indicatori e indici (data, indicators and indices)

Dati (data)
Singole misure; fatti, figure, informazioni , statistiche, sia storiche che derivate da calcoli, esperimenti, rapporti etc..

Dati indiretti (proxy data)
Dati utilizzati per studiare una situazione, fenomeno o condizione per i quali non sono disponibili informazioni dirette o misure strumentali. Possono essere ottenuti per valutazioni indirette elaborate da altri dati o relative a situazioni simili, o possono essere forniti da soggetti esterni (ad es. un *provider* o un *database*).

Indicatore (indicator)

Valore osservato rappresentativo di un fenomeno in studio (sociale, economico o ambientale). Generalmente gli indicatori forniscono una informazione approssimata (o anche parziale o indiretta) del fenomeno in studio, ma comunque ritenuta rappresentativa del fenomeno. Vengono usati perché permettono di ottenere in modo semplice e rapido informazioni su fenomeni molto complessi.

Indice (index)
Una combinazione pesata di due o più indicatori. Un indice è ideato per dare una rappresentazione sintetica di un sistema complesso. Per esempio un "indice ambientale" può includere dai sulla qualità dell'aria, dell'acqua del suolo etc. Un altro esempio sono gli "indicieconomici" che sono usati per valutare attività economiche, come il tasso di crescita del PIL. Un indice può essere usato per condurre ad un particolare fatto o conclusione.
oppure:
Numero ottenuto da elaborazione di una o più grandezze osservate e convenzionalmente utilizzato per dare una rappresentazione quantitativa e sintetica di un fenomeno complesso. Ad esempio l'indice di Palmer è un indice di siccità ottenuto da elaborazioni di dati di pioggia e temperatura. Altro indice di siccità è l'indice SPI ottenuto da elaborazioni di dati di pioggia.

Definizioni fornite dalla Direttiva europea 2000/60.
Alcune definizioni (evidenziate con sottolineatura) sono state integrate o parzialmente modificate per renderle coerenti con il resto delle Linee guida.

Corpo idrico superficiale (body of surface water)
Un elemento significativo, distinto (cioè dotato di propri elementi di individuazione o differenziazione) ed identificato di acque superficiali, quale un corso d'acqua (fiume o torrente), un lago, una palude, le acque di transizione. Vengono considerati corpi idrici anche i laghi artificiali ed i canali se di adeguata importanza.

Corpo idrico sotterraneo (body of groundwater), acquifero (aquifer)
Un elemento significativo, distinto ed identificato di acque sotterranee, quale un *acquifero* o *formazione acquifera* (uno o più strati sotterranei di roccia o altri strati geologici di porosità e permeabilità sufficiente a consentire un flusso significativo di acque sotterranee o l'estrazione di quantità significative di acque sotterranee). *Corpo idrico* è la formazione e l'acqua in essa contenuta.

Bacino idrografico (hydrographic basin)
Il territorio che raccoglie tutte le acque di pioggia che, scorrendo in superficie e nel sottosuolo, confluiscono attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi (*rete idrografica)*, in un unico *corso d'acqua* con foce a mare.

Sottobacino (sub-basin)
Il territorio che raccoglie tutte le acque di pioggia che, scorrendo in superficie e nel sottosuolo, confluiscono attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi, in una specifica *sezione* di un corso d'acqua (ad esempio la confluenza in un altro corso d'acqua o in un lago o una sezione dove si vuole realizzare un'opera).

Distretto idrografico (hydrographic discrict)
Uno o più bacini idrografici contigui. Costituisce la principale unità territoriale di gestione dei bacini idrografici secondo la direttiva europea 2000/60, che vi comprende anche l'area di mare delle *acque costiere*. Queste sono convenzionalmente definite come quelle situate all'interno di una linea distante in ogni punto un miglio nautico dalla linea base che serve di riferimento per definire il limite delle acque territoriali.

UNITA' DI MISURA

Grandezza	Unità di misura
precipitazione	mm
risorsa idrica naturale o potenziale o disponibile	hm^3/anno, mm
domanda idrica, erogazione	hm^3/anno
capacità (utile o totale) di un serbatoio	hm^3/anno
volume medio regolato da un serbatoio	hm^3/anno
deflusso annuo	hm^3/anno, mm
portata	m^3/s
perdite idriche	m^3/s
perdite idriche in rete	m^3/km anno
fabbisogno (o erogazione) per uso civile	m^3/ab anno, l/ab giorno
fabbisogno (o erogazione) per irrigazione	m^3/ha anno