



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Linee guida per l'individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità

Informazioni legali

L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.apat.it

© APAT, Manuali e linee guida

ISBN 88-448-0212-0

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

APAT

Grafica di copertina: F. Iozzoli;

Foto di copertina: P. Orlandi

Coordinamento tipografico e distribuzione

Olimpia Girolamo - Simonetta Turco - Michela Porcarelli

APAT - Servizio Stampa ed Editoria

Ufficio Pubblicazioni

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C.T. Odescalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare ottobre 2006

AUTORI:

A cura di: Giuseppina Monacelli

Realizzato da: M.C. Galluccio , E. Ferramosca

Con la cortese collaborazione del: Prof. Ing. G. Rossi
(Università degli Studi di Catania – Facoltà di Ingegneria)

INDICE

Premessa	7
1. Monitoraggio del fenomeno	9
1.1 Definizione di siccità	9
1.1.1 Il concetto di siccità	9
1.1.2 Definizioni di siccità	9
1.1.3 Cause della siccità	10
1.1.3.1 Siccità dovuta a fattori naturali	10
1.1.3.2 Siccità dovuta a fattori antropogenici	11
1.1.4 Impatti della siccità	13
1.2 Acquisizione dati	15
1.2.1 Grandezze meteorologiche	15
1.2.2 Reti per il monitoraggio meteorologico	16
1.3 Elaborazione indici	16
1.3.1 Percentuale della media	17
1.3.2 Decili	17
1.3.3 Palmer Drought Severity Index (PDSI)	18
1.3.4 Surface Water Supply Index (SWSI)	19
1.3.5 Standardized Precipitation Index (SPI)	20
1.4 Bollettini	20
1.4.1 Bollettini Nazionali	21
1.4.2 Bollettini Regionali	21
1.4.2.1 Calabria	21
1.4.2.2 Sicilia	22
1.4.2.3 Piemonte	24
2. Misure di mitigazione degli impatti dovuti alla siccità	27
2.1 Misure di mitigazione orientate alle domande, alle risorse e alla minimizzazione degli impatti	27
2.1.1 Gestione della domanda	27
2.1.1.1 Equilibrio fra disponibilità e fabbisogni	28
2.1.1.2 Risparmio idrico	28
2.1.1.3 Cambiamento nei prezzi della risorsa idrica, sussidi e incentivi fiscali	28
2.1.1.4 Restrizioni legali e pressioni pubbliche per la riduzione dei consumi	29
2.1.1.5 Accrescimento della consapevolezza pubblica riguardo alla carenza idrica	29
2.1.1.6 Cambiamento nei metodi di irrigazione	30
2.1.2 Approvvigionamento idrico	30
2.1.2.1 Migliore uso delle risorse del sistema idrico esistente	31
2.1.2.2 Ricorso a nuove forme di approvvigionamento	31
2.1.2.3 Adozione di modalità gestionali complesse	31

2.1.3	<i>Minimizzazione degli impatti</i>	31
2.1.3.1	Previsione della siccità	32
2.1.3.2	Distribuzione dei rischi e dei danni	32
2.1.3.3	Riduzione degli effetti negativi della siccità	32
2.2	Interventi di mitigazione della siccità a breve termine e a lungo termine.....	32
2.3	Misure e interventi nelle fasi di gestione delle siccità e prevenzione di carenze idriche	36
2.3.1	<i>Piani di gestione della siccità</i>	36
2.4	Gestione delle risorse idriche e della siccità nell'ambito del QSN	37
2.4.1	<i>Indicazioni del QSN per la politica regionale di sviluppo 2007-2013</i>	37
2.4.2	<i>indicazioni nella Programmazione sviluppo rurale 2007-2013</i>	39
2.5	Norme comunitarie e nazionali per la tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica	39
2.5.1	Direttiva 2000/60/CE	46
2.5.1.1	DM 12 giugno 2003, n°185	47
2.5.1.2	DM 28 luglio 2004	47
2.5.2	<i>D.Lgs 152/2006</i>	48
2.5.3	<i>D.P.R. 15 febbraio 2006</i>	50
3.	Pianificazione degli interventi	51
3.1	Gli strumenti di pianificazione	51
3.1.1	<i>Il Piano di Tutela delle Acque</i>	51
3.1.2	<i>Il Piano di Assetto Idrogeologico</i>	52
3.1.3	<i>Il Piano Regionale di Sviluppo Rurale</i>	53
3.1.4	<i>Il Piano Anti Incendi Boschivi</i>	53
3.1.5	<i>Il Piano Territoriale Regionale</i>	54
3.1.6	<i>Il Sistema Informativo Regionale</i>	54
3.1.7	<i>Il Piano Regionale Rifiuti</i>	55
3.1.8	<i>Analisi delle siccità regionali</i>	56
3.1.8.1	Individuazione delle aree sensibili alla siccità - Emilia Romagna ...	57
Bibliografia	63
Siti Web	66

PREMESSA

Già da diversi anni la comunità internazionale cerca di dare una risposta ai cambiamenti climatici che stanno interessando il nostro pianeta attraverso l'adozione di strumenti e metodi appropriati per combattere gli effetti dei rischi climatici connessi. In particolare fenomeni come la siccità e la desertificazione rappresentano delle vere e proprie calamità per la società e la sua economia. La Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla Desertificazione (UNCCD) si è data come obiettivo quello di combattere la desertificazione e mitigare gli effetti della siccità. I Paesi Parte affetti, con il PAN, creano un quadro propizio attraverso la legislazione ed una migliore pianificazione dell'uso delle risorse. Gli argomenti sono stati affrontati a livello legislativo sia Comunitario che Nazionale. La direttiva 2000/60/CE, in fase di recepimento, ha come scopo (art. 1) l'istituzione di un quadro per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee fornendo un contributo alla mitigazione degli effetti della siccità. Inoltre prevede tra le misure supplementari, nell'ambito del programma istituito dall'articolo 11 "misure di gestione della domanda, tra le quali la promozione di una produzione agricola adeguata alla situazione, ad esempio raccolti a basso fabbisogno idrico nelle zone colpite da siccità" e "misure tese a favorire l'efficienza e il riutilizzo, tra le quali l'incentivazione delle tecnologie efficienti dal punto di vista idrico nell'industria e tecniche di irrigazione a basso consumo idrico".

Le medesime problematiche sono state affrontate dalla normativa Nazionale nell'ambito del Decreto Legislativo 152/99, che all'articolo 20 prescrive alle Regioni ed alle Autorità di Bacino la verifica della "presenza nel territorio di competenza di aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione e le designano quali aree vulnerabili alla desertificazione" e per le aree così individuate "nell'ambito della pianificazione di bacino e della sua attuazione, sono adottate specifiche misure di tutela, secondo i criteri previsti nel piano d'azione nazionale di cui alla delibera CIPE del 22 dicembre 1998, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 39 del 17 febbraio 1999".

Sulla base del quadro normativo su menzionato e delle esperienze maturate negli ultimi anni si intende fornire un supporto tecnico-scientifico agli enti responsabili per l'individuazione delle aree soggette a fenomeni di siccità attraverso il Comitato Nazionale di Lotta alla Siccità e alla Desertificazione che risulta essere l'organismo più idoneo alla diffusione a tutti gli Enti Nazionali e Regionali di risultati derivanti da attività sviluppate nell'ambito di particolari iniziative o progetti.

L'APAT ha maturato negli ultimi anni una serie di esperienze nell'ambito di progetti sviluppati in sinergia con altri partner a livello regionale e internazionale, riguardanti studi rivolti all'individuazione delle aree sensibili che possono beneficiare delle misure prioritarie di sostegno, e alla realizzazione di un sistema integrato funzionale per il monitoraggio e la previsione degli eventi di siccità, nonché per la definizione di idonee misure di mitigazione degli impatti prodotti da tali eventi.

Con l'intento di mettere a disposizione la propria esperienza ed i risultati ottenuti, ci si vuole rivolgere con queste Linee Guida a tutti quei soggetti che non hanno avuto modo di realizzare tali esperienze e che comunque sono coinvolti nell'attuazione di quanto previsto dalle norme in vigore.

Il documento ha come scopo principale quello di indicare, a livello metodologico, quali sono le procedure più opportune da seguire per la costituzione di uno strumento adeguato alla realizzazione di quanto previsto.

Partendo da una comune definizione del termine siccità e dei diversi aspetti che essa può assumere in relazione alla scala dei tempi rispetto alla quale viene considerata, si può valutare in modo obiettivo quali possono essere i rischi ai quali è esposto l'ambiente, sia fisico che sociale.

La letteratura internazionale risulta prodiga di metodologie rivolte al monitoraggio del fenomeno, dal quale è necessario partire per una più approfondita conoscenza di esso e per lo sviluppo di strategie volte alla sua mitigazione. Quindi saranno descritti gli indici maggiormente utilizzati nei paesi che hanno realizzato un sistema di monitoraggio operativo ormai da diversi anni e quelli risultati idonei per il monitoraggio del territorio nazionale e, più in generale, per l'area mediterranea.

Sarà quindi fatta attenta descrizione delle procedure da seguire per la realizzazione di un bollettino di monitoraggio della siccità a livello regionale, sulla scorta delle esperienze e dei prototipi già realizzati.

Su questa base si fonderanno le scelte delle misure da adottare per la mitigazione degli effetti del fenomeno, dopo un'analisi degli esempi già esistenti.

Particolare attenzione si vuole porre alla parte che riguarda la pianificazione degli interventi e che coinvolge ormai operativamente gli enti gestori che, ai sensi del Decreto Legislativo 152/99, dovranno procedere alla individuazione delle aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione designandole quali aree vulnerabili alla siccità e desertificazione.

1. MONITORAGGIO DEL FENOMENO

1.1 Definizione di siccità

L'accurata conoscenza delle caratteristiche delle siccità rappresenta l'elemento basilare per la valutazione degli effetti degli eventi siccitosi e per l'adeguata pianificazione ed organizzazione di efficaci interventi di mitigazione.

Conoscendo la reale risposta di un territorio ad un evento siccitoso si potrà stabilire:

- Una relazione tra gravità dei danni e caratteristiche di siccità;
- La pianificazione degli impianti per migliorare l'utilizzo delle risorse idriche in condizioni di siccità;
- Lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni per la gestione delle risorse idriche.

1.1.1 Il concetto di siccità

Il termine *siccità* indica una situazione occasionale e ricorrente di forte riduzione delle disponibilità idriche rispetto ai valori normali per un periodo di tempo significativo e su un'ampia regione (Rossi, 1992). Essa differisce dall'*aridità*, la quale è ristretta ad aree geografiche con condizione climatica permanente, caratterizzata da scarsa precipitazione per un dato periodo dell'anno o nell'intero anno; mentre con il termine *desertificazione* si indica un processo a lungo termine e in qualche modo irreversibile di riduzione o distruzione del potenziale biologico del suolo provocato da numerosi fattori (antropici e fisici). Inoltre la siccità può essere percepita in modo differente in relazione alla collocazione nel tempo (la stagione in cui si presenta, il ritardo rispetto all'inizio del periodo delle piogge, e/o alle principali fasi di crescita delle coltivazioni) e all'efficacia delle piogge (es.: intensità delle piogge, numero degli eventi meteorici). Gli effetti della siccità sono inoltre connessi al livello delle domande idriche rispetto alla disponibilità media delle risorse.

1.1.2 Definizioni di siccità

Possono distinguersi due tipi di definizioni di siccità: concettuali e operative.

- Le definizioni concettuali della siccità, formulate in termini generali, aiutano a capire il fenomeno. Per esempio: la siccità è un periodo protratto durante il quale si ha una scarsa precipitazione che comporta un danno esteso alle coltivazioni, e quindi una perdita economica. Quindi le definizioni concettuali possono essere importanti per fondare una "politica" della siccità.

- Una definizione operativa della siccità aiuta a identificare l'inizio, la fine e il grado di severità di un evento siccitoso. Questa definizione si basa solitamente sulla deviazione dalla media (o mediana) di lungo periodo, ad es. calcolata sugli ultimi 30 anni di dati del campo di precipitazione (secondo la raccomandazione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale). Usualmente si distinguono le seguenti categorie di siccità:

- *Meteorologica*

La siccità meteorologica è solitamente definita sulla base dello scostamento della precipitazione del valore "normale" (media o mediana) per una significativa durata. Le definizioni di siccità meteorologica devono essere considerate a livello locale dato che le condizioni atmosferiche che determinano deficienze di precipitazione sono altamente variabili da regione a regione.

- *Agricola*

La siccità agricola fa riferimento al deficit di acque nel suolo e agli impatti sull'agricoltura e dipende dalle caratteristiche di siccità meteorologica (durata ed entità dei deficit delle precipitazioni), dalla differenza tra l'evapotraspirazione attuale e potenziale, ecc.

- *Idrologica*

La siccità idrologica è associata agli effetti dei periodi di scarsa precipitazione (comprese le precipitazioni nevose) sul rifornimento idrico del suolo e del sottosuolo (es.: corsi d'acqua, livelli nei serbatoi o nei laghi, falde sotterranee). La frequenza e la severità della siccità idrologica sono spesso definite su scala di bacino idrografico o imbrifero.

- *Socioeconomica*

Anche la siccità è un fenomeno essenzialmente idrometeorologico qualche volta si parla anche di siccità socio-economica, intendendo che la carenza idrica conseguente al fenomeno idrometeorologico provoca conseguenze sugli aspetti economici e sociali di una comunità umana.

Queste definizioni operative possono inoltre essere usate per analizzare la frequenza, la severità e la durata della siccità per un dato periodo storico.

1.1.3 Cause della siccità

1.1.3.1 Siccità dovuta a fattori naturali

Il fenomeno siccitoso si verifica quando la precipitazione su una data regione diviene scarsa ed è accompagnata da un'evaporazione relativamente alta per prolungati periodi di tempo. La siccità differisce dagli altri disastri naturali per la sua lenta insorgenza e la sua durata generalmente lunga. Nella maggior parte dei casi, la siccità è causata da un'insufficienza di precipitazione o una inadeguatezza dei rifornimenti idrici delle acque interne per un prolungato periodo ("Inadeguatezza" in questo contesto è un termine relativo, ed è determinato dalle specifiche richieste nel settore).

Prima dello sviluppo delle città moderne, la siccità era un problema agricolo. Adesso, con l'espansione più rapida delle città che necessitano di maggiore disponibilità idrica, lo spettro della siccità colpisce gli abitanti delle aree sia rurali che urbane. Poiché la maggior parte delle acque interne sono solitamente rimpinguate dalle precipitazioni, la principale causa della siccità è la scarsità di queste ultime. Questa inadeguatezza delle precipitazioni è generalmente causata da uno sfavorevole risultato di fattori che guidano il sistema climatico sulle regioni affette. Le anomalie della precipitazione sono una naturale ricorrente caratteristica del clima globale che influendo sui vari componenti del ciclo idrologico inducono la siccità. La climatologia della precipitazione, temperatura e umidità atmosferica fornisce un'indicazione della frequenza e dell'intensità della precipitazione, della correlazione tra precipitazione e temperatura, e della secchezza dell'atmosfera durante i periodi di siccità.

I cambiamenti nella circolazione atmosferica, che causano siccità, si possono estendere su scale temporali di un mese, una stagione, diversi anni fino ad un secolo. In quest'ultimo caso possiamo parlare di cambiamento climatico, ma l'effetto sugli esseri umani e il loro ambiente è ugualmente grande. Vista l'importanza economica e ambientale della siccità, saranno necessarie determinate azioni per risolvere il problema della previsione dei pattern della circolazione atmosferica che produce siccità. Studi empirici condotti nell'ultimo secolo mostrano che la siccità meteorologica non è mai dovuta ad una singola causa, ma è il risultato di molte sinergiche cause naturali, come ad esempio:

Pattern meteorologici globali

Una grande quantità di ricerche sono state condotte negli ultimi anni sul ruolo dei sistemi interagenti, o teleconnessioni, per definire pattern regionali e globali della variabilità climatica.

Questi pattern tendono a ricorrere periodicamente abbastanza frequentemente e con caratteristiche simili per un tempo sufficientemente lungo offrendo l'opportunità di aumentare la nostra abilità nelle previsioni a lungo termine, particolarmente ai tropici. Una di queste teleconnessioni è il Niño/Southern Oscillation (ENSO).

Alta pressione

Cause immediate della siccità sono la predominanza di moti di aria discendente (subsidenza). Masse di aria che usualmente si muovono da un posto all'altro possono essere bloccate in un'area da correnti a getto (larghe bande di aria veloce, sopra i 335 miglia l'ora, nella parte più alta dell'atmosfera), dando luogo a riscaldamento per compressione o alta pressione, che inibisce la formazione delle nubi e dà luogo ad umidità relativa più bassa e minore precipitazione.

Le regioni sotto l'influenza di un'alta pressione semi permanente durante la maggior parte dell'anno sono i deserti. Nella maggior parte delle regioni climatiche il grado di dominio dell'alta pressione è variabile e spesso dipende dalla stagione. Le siccità prolungate si verificano quando le anomalie su larga scala nei pattern della circolazione atmosferica persistono per mesi, stagioni, o più a lungo.

Subsidenza localizzata

Tale fenomeno è indotto dalle barriere montuose o da altre caratteristiche orografiche, in quanto quando le masse di aria umida risalgono un versante diventano più fredde ed il vapore condensa in pioggia o neve; per cui quando la massa d'aria oltrepassa la montagna ha perso la maggior parte del suo vapore e questo provoca siccità sul versante opposto.

La maggior parte delle aree colpite si trova a ridosso della fascia occidentale delle montagne, alle medie latitudini.

Assenza di perturbazioni

In generale, la pioggia è causata dallo spostamento di perturbazioni attraverso una regione. Pertanto l'aridità dell'estate mediterranea, sebbene in parte dovuta a subsidenza, ha origine principalmente dall'assenza di perturbazioni cicloniche che apportano le piogge in inverno. C'è una gran quantità di acqua nell'aria, ma nulla che la faccia precipitare a terra come pioggia.

Assenza di flussi di aria umida

La relazione tra l'acqua disponibile per le precipitazioni (acqua precipitabile) e la precipitazione che realmente accade non è semplice, infatti si può avere un prolungamento del periodo secco in aree con alto tasso di umidità. Inoltre perché si creino le perturbazioni atmosferiche, le regioni di pioggia abbondante devono avere accesso ai flussi di aria umida e alcune regioni intercontinentali sono piuttosto lontane da queste sorgenti.

1.1.3.2 Scarsità idrica dovuta a fattori antropogenici

Le cause di scarsità idrica sono varie molte delle quali correlate e non facilmente distinguibili, alcune sono naturali e altre sono risultato delle attività umane. Di seguito ne vengono elencate alcune. L'elenco non è in ordine di priorità sebbene alcune cause hanno un impatto maggiore di altre.

Aumento della popolazione

La principale causa di aumento degli effetti della siccità è la crescente domanda dovuta al rapido aumento di popolazione. Nel 2020 si prevedono 7,9 miliardi di persone, il 50% in più rispetto al 1990 (Dyson, 1996). La maggior parte di questa crescita avverrà in paesi i cui abitanti hanno un basso livello di consumo idrico domestico, e per i quali l'uso di elettrodomestici è probabilmente crescente. Molti di questi paesi si stanno inoltre rapidamente urbanizzando, e il compito di ottenere acqua sufficiente e distribuirla alle aree appena urbanizzate sarà una maggiore sfida finanziaria e ambientale per molte autorità. Il maggior incremento di domanda è dovuto alle maggiori necessità della popolazione crescente e, primariamente, alla crescente necessità di cibo.

Cambiamenti climatici

C'è molto interesse sul dibattito riguardante i cambiamenti climatici in quanto negli ultimi decenni si è riscontrato un riscaldamento globale del pianeta. L'opinione è che l'effetto sarà un'accentuazione dei fenomeni estremi, con siccità più pronunciate e inondazioni più severe. Se il fenomeno persiste, le zone climatiche probabilmente migreranno, lasciando un clima più secco in alcune regioni, e più umido in altre, e tutto più variabile e imprevedibile. Alcune regioni dipendenti dalla risorsa idrica (es.: estese aree agricole, o centri densamente popolati) risentirebbero di maggiore siccità, mentre altre diventerebbero più umide. E' ancora aperta la questione su quello che sarà l'effetto sull'approvvigionamento idrico, ma in ogni caso ci saranno costi di transizione nelle regioni che diventeranno più secche.

Uso del suolo

Il degrado del suolo e la sua conversione d'uso nei bacini può ridurre la quantità di acqua disponibile all'utilizzo a valle. La riduzione di copertura vegetale può provocare un maggior deflusso, ridurre l'infiltrazione profonda e la capacità d'invaso delle dighe e dei laghi attraverso l'interrimento. Il drenaggio delle terre umide o la deforestazione su larga scala possono cambiare il microclima di una regione.

In molte parti del paese risulta evidente la necessità di migliorare i sistemi agricoli e di comprendere meglio l'interfaccia acqua/soilo. Le conseguenze di una gestione del territorio e di sistemi agricoli non soddisfacenti pone le comunità sempre più vicine al punto di vulnerabilità dove ogni piccolo cambiamento delle condizioni può causare effetti disastrosi.

Un'altra questione relativa all'uso del suolo è lo sviluppo di raccolti "assetati", particolarmente in aree sensibili come i bacini montani. Un esempio è lo sviluppo della silvicoltura: mentre da un lato offre occupazione e una serie di altri benefici, dall'altro ci sono dei casi in cui il deflusso da queste aree viene sostanziosamente ridotto causando scarsità idrica per gli utilizzatori a valle. Per cui il danno al ciclo idrologico impoverisce tutti.

Qualità dell'acqua

L'inquinamento delle riserve idriche riduce la disponibilità di acqua utilizzabile, e questo risulta particolarmente grave durante i periodi di insufficienza idrica. Nei periodi di piena la capacità di un fiume di accettare un dato carico di inquinanti è maggiore poiché maggiore è la diluizione, quindi quando l'acqua incomincia a scarseggiare, i corsi d'acqua diventano sempre più sensibili agli effetti dell'inquinamento, così come gli esseri umani o gli altri organismi viventi che dipendono dalla risorsa idrica. Questo può succedere alle riserve di superficie (fiumi o laghi usati per il rifornimento di acqua potabile o di irrigazione) o di falda, e l'inquinamento può essere di origine industriale, o deri-

vante da sostanze chimiche usate in agricoltura o da malfunzionamento degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane. Al contrario, la riduzione di inquinamento può aumentare la quantità di acqua disponibile.

Domanda idrica

Una crescente e mal gestita domanda d'acqua può accrescere gli effetti delle siccità. Il diffuso malinteso di molti sulla grande disponibilità idrica e sul fatto che il solo problema sia indurla al posto giusto nel momento giusto persiste ancora dall'epoca della gestione delle risorse idriche basata sull'offerta. Ridurre e gestire la domanda d'acqua, implementare una maggiore efficienza degli usi e introdurre misure di conservazione delle acque richiede attenzione da parte della politica e della legislazione

Legislazione e gestione delle risorse idriche

Una legislazione inadeguata può esacerbare gli effetti della scarsità idrica. Una legge che dia diritto esclusivo all'uso dell'acqua ad alcuni utilizzatori è necessaria per dare sicurezza agli investimenti (generalmente nel settore agricolo), ma può mettere a rischio altri utenti durante i periodi di scarsità. La gestione delle risorse idriche e le politiche che guidano lo sviluppo delle risorse idriche possono avere un effetto diretto sulla capacità di alcuni settori di superare i periodi di scarsità. Se esse sono inefficaci, non eque o non provvedono almeno alle basilari necessità di tutti gli abitanti, allora un particolare episodio di scarsità innesca condizioni di siccità che, in un diverso regime di gestione della risorsa idrica, sarebbero potute essere evitate.

Acque internazionali

L'uso di acqua di fiumi internazionali da parte di paesi a monte può indurre condizioni di siccità nei paesi a valle. Questo problema ovviamente si acuisce durante i periodi di scarsità. E' importante che la comunicazione tra i paesi venga mantenuta attraverso una serie di meccanismi come protocolli speciali, commissioni congiunte, trattati, ecc., e che questi vengano stabiliti durante i periodi di piena e non durante la crisi.

Aspetti sociologici

Ci sono una serie di aspetti sociologici e culturali che aggravano le situazioni di scarsità idrica, come la pressione antropica e l'aumento del consumismo moderno. Essi sono spesso il risultato di pratiche che originariamente non rappresentavano un pericolo per l'ambiente ma che lo sono diventato in seguito. La pressione che ricade sull'ambiente ha un effetto diretto e dannoso sulle risorse idriche. Gli impatti economici e sociali a lungo termine spesso predeterminano la rete politica ed economica dalla quale hanno origine molte altre cause di scarsità idrica.

1.1.4 Impatti della siccità

La siccità non dovrebbe essere vista semplicemente come un fenomeno fisico o un evento naturale. I suoi impatti sulla società sono il risultato di un'interazione tra un evento naturale (scarsa precipitazione risultante da una naturale variabilità climatica) e la domanda di rifornimento idrico.

Le conseguenze della siccità sono diverse in relazione alla scala temporale in cui essa si manifesta. Ogni categoria di siccità (Meteorologica, Agricola, Idrologica, Idrologica in relazione all'uso del territorio, Socioeconomica) produce un'unica serie di effetti che dipendono non solo dalla sua gravità, durata, ed estensione spaziale ma anche da ogni cambiamento delle condizioni sociali.

La sequenza di impatti associata alle siccità meteorologica, agricola e idrologica enfatizza la differenza tra domanda e offerta idrica.

La vulnerabilità della società nei confronti della siccità è determinata da un'ampia gamma di fattori, sia fisici che sociali, come le tendenze demografiche e le caratteristiche geografiche.

Quando inizia la siccità il settore che usualmente è il primo ad essere colpito è quello agricolo per la sua forte dipendenza dal contenuto idrico del suolo. Durante i periodi di prolungata siccità, il suolo può perdere rapidamente l'acqua contenuta in esso, se la scarsità di precipitazioni continua, allora la popolazione che dipende da altre sorgenti idriche comincerà ad avvertire gli effetti della mancanza d'acqua. Generalmente gli ultimi ad essere colpiti sono coloro che dipendono dalle riserve di superficie (serbatoi o laghi) e dalle acque sotterranee (acque di falda). Una siccità a breve termine che persiste da tre a sei mesi può avere piccoli impatti su questi settori, dipendenti dalle caratteristiche del sistema idrologico e dalle richieste di uso dell'acqua.

Quando la precipitazione torna alla normalità e le condizioni di siccità meteorologica si sono attenuate, la sequenza è la stessa per la ripresa degli approvvigionamenti idrici di superficie e sotterranei. Per prime si rimpinguano le riserve idriche del suolo, seguite da fiumi, serbatoi, laghi e falde. Gli impatti della siccità possono rapidamente diminuire nel settore agricolo per la loro relazione con il contenuto idrico del suolo, ma permangono per mesi o anche anni in altri settori dipendenti da volumi immagazzinati in superficie o nel sottosuolo. Gli utilizzatori delle acque di falda, spesso gli ultimi ad essere colpiti dalla siccità durante il suo inizio, possono essere gli ultimi a ritornare ai normali livelli idrici. La lunghezza del periodo di recupero è una funzione dell'intensità della siccità, della sua durata e della quantità di precipitazioni ricevuta al termine del periodo.

La siccità produce una complessa rete di impatti che possono essere diretti o indiretti. Riduzione dei raccolti, dei pascoli e della produttività forestale; aumento del rischio di incendi; riduzione dei livelli idrici; aumento del tasso di mortalità del bestiame e delle specie protette; danni all'habitat ittico sono alcuni esempi degli impatti diretti.

Le conseguenze di questi impatti sono detti impatti indiretti. Per esempio, la riduzione dei raccolti, dei pascoli e della produttività forestale possono portare una riduzione dei profitti per gli agricoltori e l'industria agroalimentare, provocando un aumento dei prezzi per il cibo e il legname, disoccupazione, ridotte entrate fiscali, pignoramenti, emigrazione, programmi di assistenza alle calamità, ecc. In definitiva possiamo classificare gli impatti della siccità come: ambientali, economici e sociali.

- L'impatto ambientale è il risultato di danni a specie vegetali e animali, all'habitat naturale, alla qualità dell'aria e dell'acqua: gli incendi boschivi, il degrado del paesaggio, la perdita della biodiversità, l'erosione del suolo. Alcuni di questi effetti sono brevi e le condizioni normali si ristabiliscono velocemente, altri permangono per qualche tempo o possono persino diventare permanenti. Per esempio, il degrado del paesaggio, incluso l'aumento di erosione del suolo, può portare ad una perdita permanente della produttività biologica dell'area.
- L'impatto economico si verifica in agricoltura e relativamente a dei settori, inclusi silvicoltura e pesca, che dipendono dall'approvvigionamento idrico sotterraneo e di superficie. Oltre alle ovvie perdite di produzione sia del raccolto che del bestiame, la siccità è associata all'aumento di infestazioni di insetti, di malattie delle piante, e di erosione dovuta al vento.
- L'impatto sociale è presente in periodi di siccità estrema e persistente. In questi casi è richiesto qualche intervento di emergenza per realizzare misure di sicurezza per la salute pubblica.

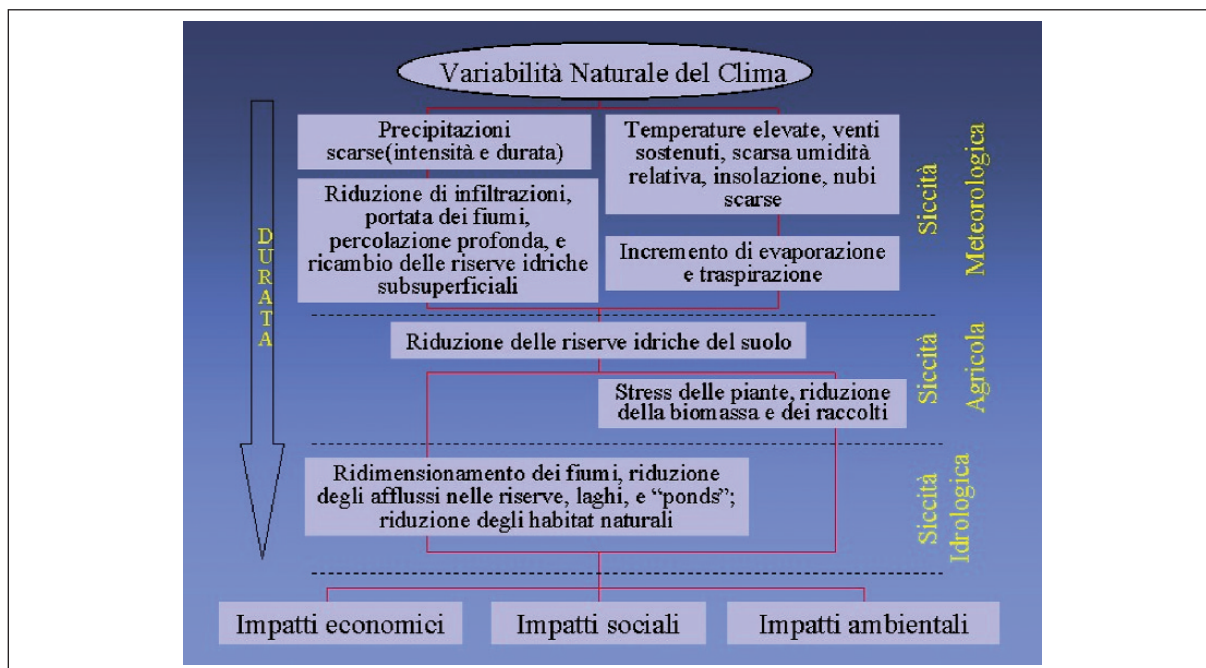


Fig 1.1 – Tipologie di siccità dovute a naturale variabilità climatica. Fonte: National Drought Mitigation Center, USA, Drought Watch

1.2 Acquisizione dati

1.2.1 Grandezze meteorologiche

Le principali grandezze meteorologiche (precipitazione, temperatura, radiazione solare e velocità del vento) presentano variazioni su diverse scale spaziali e temporali e, di conseguenza, possono avere impatti diversi sulle attività umane.

La variabilità spazio-temporale non riguarda solo piogge e temperature ma tutte le grandezze in grado di segnalare eventuali cambiamenti climatici utili per lo studio dei fenomeni siccitosi.

Per una corretta caratterizzazione del fenomeno siccitoso, ed in particolar modo per poter realizzare un bollettino della siccità, è necessario quindi procedere allo studio di diverse variabili meteorologiche nonché al monitoraggio sistematico di tali grandezze.

Le variabili di interesse dipendono dal campo di indagine in cui si opera. Se l'analisi viene riferita alle cause della siccità la variabile di base è rappresentata dalla precipitazione, mentre se si vogliono analizzare gli effetti della stessa vanno considerate anche altre variabili, che entrano in gioco nel bilancio idrologico, quali l'evapotraspirazione, il contenuto idrico del terreno, il deflusso superficiale, le riserve idriche invase nei serbatoi e negli acquiferi sotterranei. Solo effettuando un monitoraggio sistematico è possibile poter identificare i periodi siccitosi.

Le grandezze più importanti ai fini del monitoraggio della siccità sono:

- Precipitazione;
- temperatura;
- velocità del vento;
- radiazione solare netta;
- umidità dell'aria;

-
- portata nei corsi d'acqua;
 - livello idrico nei laghi o serbatoi;
 - livello delle falde sotterranee.

1.2.2 Reti per il monitoraggio meteorologico

Una corretta distribuzione delle stazioni della rete di monitoraggio permette di conoscere la distribuzione spaziale delle variabili coinvolte nello studio del fenomeno siccitoso nonché, in presenza di una serie storica di osservazioni abbastanza lunga e affidabile, di avere un'idea sull'evoluzione temporale di tale fenomeno.

I requisiti fondamentali di una rete di monitoraggio sono quelli che permettono una corretta determinazione della variabilità spazio temporale delle grandezze di interesse.

A tale fine è necessario quindi che una rete di monitoraggio sia:

- Distribuita spazialmente in maniera ottimale, sia a livello planimetrico che altimetrico, in modo tale da poter essere rappresentativa di tutto il territorio oggetto di studio. La distribuzione ottimale deve essere tale da evitare sia la presenza di zone sprovviste di stazioni di misura sia zone con un surplus di stazioni che fornirebbero informazioni ridondanti.
- Temporalmente affidabile, cioè possedga serie storiche lunghe e affidabili in modo tale da poter essere rappresentativa di un periodo di studio abbastanza ampio.

La rete di monitoraggio, in funzione della grandezza di interesse, deve comunque rispettare dei requisiti minimi, sia in termini di risoluzione spaziale e temporale, che in termini di risoluzione e accuratezza delle misure. Una corretta distribuzione delle stazioni della rete di monitoraggio permette di conoscere la distribuzione spaziale delle variabili coinvolte nello studio del fenomeno siccitoso nonché, in presenza di una serie storica di osservazioni abbastanza lunga e affidabile, di avere un'idea sull'evoluzione temporale di tale fenomeno.

Per quanto riguarda la variabilità spaziale, questa può essere studiata attraverso l'interpolazione spaziale delle diverse variabili climatiche (Hartkamp et al. 1999). Tra i diversi metodi di interpolazione quelli maggiormente utilizzati sono l>IDW, la spline, la regressione polinomiale, il kriging ed il co-kriging (cfr. ad es., Collins e Bolstad 1996; Hutchinson e Corbett 1995; Phillips et al. 1992).

I criteri comunemente adottati nella progettazione delle reti di misura sono la minimizzazione dell'errore di stima della variabile idrometeorologica o la minimizzazione del costo di realizzazione (Rodriguez-Iturbe & Meji, 1974). Il criterio della minimizzazione dell'errore di stima ha trovato larga applicazione soprattutto nei problemi di progetto e ristrutturazione di reti pluviometriche (Bastin et al., 1984; Bogardi & Bardossy, 1985; Bacchi, 1996; Pardo-Iguzquiza, 1998). L'approccio metodologico più ampiamente utilizzato è basato sulla teoria degli stimatori lineari ottimi applicata alle variabili regionali (Matheron, 1965), il cui vantaggio consiste nel valutare l'errore di stima, espresso in termini di varianza, in funzione della densità delle stazioni e della loro distribuzione sul territorio.

1.3 Elaborazione indici

Poiché non vi è una definizione unitaria di siccità, è difficile determinare l'inizio e la fine del fenomeno. Possiamo comunque identificare vari indicatori di siccità, e seguire le informazioni che questi indicatori ci forniscono come un monitoraggio della siccità.

Gli indici di siccità assimilano numerosi dati di pioggia, manto nevoso, flusso, e altri indicatori di approvvigionamento idrico in un comprensibile grande quadro. Un indice di siccità è tipicamente un valore numerico, più utile di un dato grossolano nel momento decisionale.

Vi sono diversi indici che possono descrivere la deviazione della variabile di interesse per un dato periodo di tempo dal valore “normale” ottenuto da una lunga serie storica. Sebbene nessuno dei maggiori indici è inerentemente adattabile a tutte le circostanze, alcuni indici sono migliori di altri per certi usi. Per assolvere bene al suo compito un indicatore di siccità deve:

- sintetizzare un insieme di informazioni in un singolo parametro, facile da interpretare e da comunicare al responsabile delle decisioni;
- non essere eccessivamente semplificato se ciò fa perdere caratteristiche essenziali alla comprensione del fenomeno (ad es. valore medio di una grandezza che presenta una notevole variabilità spaziale);
- consentire di valutare la gravità della situazione corrente con riferimento ad una serie storica che risulti stazionaria nel tempo;
- essere normalizzato, se possibile, in modo da consentire il confronto tra zone diverse;
- essere formulato, se possibile, in termini probabilistici in modo da facilitare la comprensione della pericolosità dell'evento.

In sintesi può quindi affermarsi che la scelta di un indicatore di siccità è strettamente connessa:

- all'approccio disciplinare secondo il quale si studia il fenomeno (meteorologico, idrologico, agrario, ecc.);
- al tipo di risorsa idrica di prevalente interesse nel territorio considerato;
- alla disponibilità di osservazioni sulle grandezze necessarie.

Nella letteratura internazionale sono stati discussi e applicati diversi indici. Tra questi ricordiamo:

- Percentuale della media
- Decili
- Palmer Drought Severity Index (PDSI);
- Surface Water Supply Index (SWSI);
- Standardized Precipitation Index (SPI).

1.3.1 Percentuale della media

La Percentuale della Media viene calcolata moltiplicando per 100 il rapporto tra la precipitazione cumulata sulla scala temporale d'interesse e quella cumulata sulla stessa scala mediata sugli ultimi 30 anni di dati. Questo indice può essere calcolato per una serie di scale temporali. Usualmente l'ampiezza di questa scala temporale va da uno a più mesi.

Un problema è che la distribuzione delle precipitazioni, su scale temporali inferiori ad un anno, non è gaussiana. Per questa ragione la media è generalmente diversa dalla mediana. Questo introduce un errore nella valutazione della deviazione dai valori della precipitazione cumulata considerate “normale” per una specifica scala spazio-temporale. L'equazione per calcolare questo indice è:

$$I = \frac{\langle P \rangle}{\langle P \rangle} \times 100$$

Valori dell'indici più bassi di 100 indicano condizioni di siccità.

1.3.2 Decili

La distribuzione delle serie temporali della precipitazione cumulata per un dato periodo è divisa in intervalli corrispondenti ognuno al 10% della distribuzione totale (decile). Gibbs e Maher (1967) proposero di raggruppare i decili in classi di eventi come mostrato nella seguente tabella:

Classe	Percentuale	Periodo
Decile 1-2	20% più basso	Molto minore del normale
Decile 3-4	20% seguente	Sotto la norma
Decile 5-6	20% medio	Normale
Decile 7-8	20% seguente	Al di sopra della norma
Decile 9-10	20% più alto	Molto maggiore della norma

1.3.3 Palmer Drought Severity Index (PDSI)

Palmer (1965) sviluppò questo indice basandosi sul concetto di offerta e domanda nell'equazione di bilancio idrico. L'obiettivo di questo indice è di misurare lo scostamento del valore di umidità dalle condizioni normali in uno specifico luogo. Il PDSI è basato sui dati di precipitazione e temperatura, sulla locale capacità di ritenzione idrica del suolo (AWC) e altri parametri meteorologici. L'indice di Palmer è stato ampiamente usato ma ha qualche limitazione. Tra queste ricordiamo che l'indice è molto sensibile alla capacità di ritenzione idrica del suolo e questo crea qualche difficoltà a paragonare i risultati ottenuti in regioni con diverso bilancio idrologico. L'indice di Palmer varia tra -6.0 e +6.0. La classificazione dell'indice è mostrata nella seguente tabella:

PDSI	Classe
> 4.0	Estremamente umido
Da 3.0 a 3.99	Molto umido
Da 2.0 a 2.99	Moderatamente umido
Da 1.0 a 1.99	Lievemente umido
Da 0.5 a 0.99	Incipiente periodo umido
Da 0.49 a -0.49	Quasi normale
Da -0.5 a -0.99	Incipiente periodo secco
Da -1.9 a -1.99	Lievemente siccitoso
Da -2.0 a -2.99	Siccità moderata
Da -3.0 a -3.99	Siccità severa
< -4.0 or less	Siccità estrema

1.3.4 Surface Water Supply Index (SWSI)

L'indice SWSI è stato sviluppato da Shafer e Dezman (1982) come complementare all'indice PDSI. Esso è stato concepito per tener conto delle variazioni orografiche all'interno di una regione e giustifica l'accumulo di neve con il conseguente deflusso. La procedura per determinare il SWSI per un particolare bacino è la seguente: vengono raccolti e sommati i dati mensili di tutte le stazioni pluviometriche, delle riserve di immagazzinamento, e delle stazioni di misura del manto nevoso sul bacino. Ogni componente sommato viene normalizzato usando la media a lungo termine. Ad ogni componente viene assegnato un peso, funzione del suo contributo d'acqua all'interno del bacino.

Come l'indice di Palmer, l'SWSI è centrato sullo zero e varia tra -4.2 e +4.2. Esso presenta limitazioni analoghe a quelle del PSDI.

1.3.5 Standardized Precipitation Index (SPI)

L'SPI è stato sviluppato da McKee et al (1993). Esso è stato concepito per quantificare il deficit di precipitazione su diverse scale temporali. Queste scale temporali riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità delle diverse risorse idriche. Le condizioni di umidità del suolo rispondono ad anomalie di precipitazione su una scala temporale relativamente breve. Il sottosuolo, i fiumi e gli invasi riflettono anomalie di precipitazione a lungo termine. Per questa ragione, McKee et al. (1993) originariamente calcolarono l'SPI per scale temporali di 3, 6, 12, 24, e 48 mesi. Il calcolo dell'indice necessita soltanto di dati pluviometrici, esso è calcolato considerando l'anomalia di precipitazione rispetto al valore medio per una data scala temporale diviso la sua deviazione standard. Poiché la precipitazione non ha una distribuzione normale, almeno per scale temporali minori di un anno, la variabile viene aggiustata in modo che l'SPI abbia una distribuzione Gaussiana con media zero e varianza unitaria. Perciò, valutata la probabilità della precipitazione considerata (adottando una opportuna legge di distribuzione, ad es. la gamma proposta da McKee et al.), si esegue una trasformazione equiprobabile, cioè assumendo come valore di SPI il valore della variabile standardizzata della distribuzione normale. Un indice così aggiustato permette di mettere a confronto valori relativi a regioni diverse. Inoltre, poiché l'SPI è normalizzato, i climi secchi e umidi possono essere monitorati allo stesso modo. Il calcolo dell'indice è basato sulle seguenti espressioni:

$$SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{H(P)^2} \right)} \quad \text{per } 0 < H(P) < 0.5$$

$$SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right), t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(1-H(P))^2} \right)} \quad \text{per } 0.5 < H(P) < 1$$

dove P è la precipitazione cumulata per una data scala temporale, H(P) è la probabilità di non superamento della precipitazione osservata e c_0, c_1, d_1, d_2, d_3 sono alcune costanti per approssimare la legge di distribuzione normale. La seguente tabella è usata per classificare la gravità della siccità che risulta dal calcolo dell'SPI:

SPI valori	Classi
>2	Estremamente umido
da 1.5 a 1.99	Molto umido
da 1.0 a 1.49	Moderatamente umido
Da -0.99 a 0.99	normale
Da -1 a -1.49	Moderatamente secco
Da -1.5 a -1.99	Severamente secco
< -2	Estremamente secco

1.4 Bollettini

Al fine di studiare la variabilità delle grandezze che interessano il fenomeno siccitoso è opportuno ricorrere a bollettini di monitoraggio della siccità che, in funzione della scala spaziale di riferimento, possono dividersi in:

- a. Bollettini a scala Nazionale
- b. Bollettini a scala Regionale

1.4.1 Bollettini Nazionali

L'APAT, nell'ambito del Programma Comunitario INTERREG IIC - Assetto del Territorio e Lotta contro la Siccità, grazie al contributo scientifico di varie Università, già da tempo sorveglia lo stato della siccità sul territorio nazionale tramite un prototipo di bollettino mensile di siccità reperibile all'URL: <http://romatm13.phys.uniroma1.it/siccita>. L'analisi della condizione climatica in Italia è disponibile fin dai primi giorni di ogni mese e può essere liberamente consultata.

Il bollettino è destinato a fornire informazioni di carattere diagnostico sullo stato di siccità in tutto il Paese. Lo stato di siccità è documentato da alcuni indici significativi, fra i quali lo Standard Precipitation Index ed il Palmer Drought Severity Index.

In particolare, sono attualmente disponibili le analisi dei fenomeni siccitosi a grande scala utilizzando i dati della rianalisi NCEP/NCAR, mentre nella sezione che riguarda l'analisi a scala regionale, utilizzando i dati pluviometrici osservati, è disponibile il bollettino regionale della Calabria.

Infatti il bollettino contiene le seguenti sezioni:

- a) Perché il monitoraggio della siccità?;
- b) Situazione meteo;
- c) Analisi a grande scala;
- d) Analisi a scala regionale
- e) Previsioni;
- f) Archivio.

Nella sezione a) vengono fornite informazioni sulla definizione di siccità, sui suoi aspetti meteorologici e i suoi impatti, sulla definizione degli indici adottati e una descrizione dei dati utilizzati per le elaborazioni. La sezione b) descrive la situazione meteorologica del mese in esame, illustrata attraverso le anomalie (deviazioni dalla media calcolata sul periodo 1968-1996) dei campi di temperatura superficiale, del tasso di precipitazione e di pressione al livello del mare mediati sull'ultimo mese. Nella sezione c) si trovano i risultati degli indici di siccità selezionati applicati al territorio nazionale, mentre la sezione d) riguarda l'analisi a scala regionale sulla base dei dati pluviometrici misurati al suolo. La sezione e) sarà dedicata alle previsioni statistiche che sono in fase di elaborazione ed infine la sezione f) contiene un archivio di mappe degli indici per ogni mese, analizzato negli ultimi cinque anni.

Nel corso delle ultime attività è stata estesa l'analisi della siccità, mediante il calcolo dello SPI e dell'indice percentuale della media, all'area europea. È prevista in tempi brevi la visualizzazione del Bollettino sul sito web dell'APAT www.apat.it.

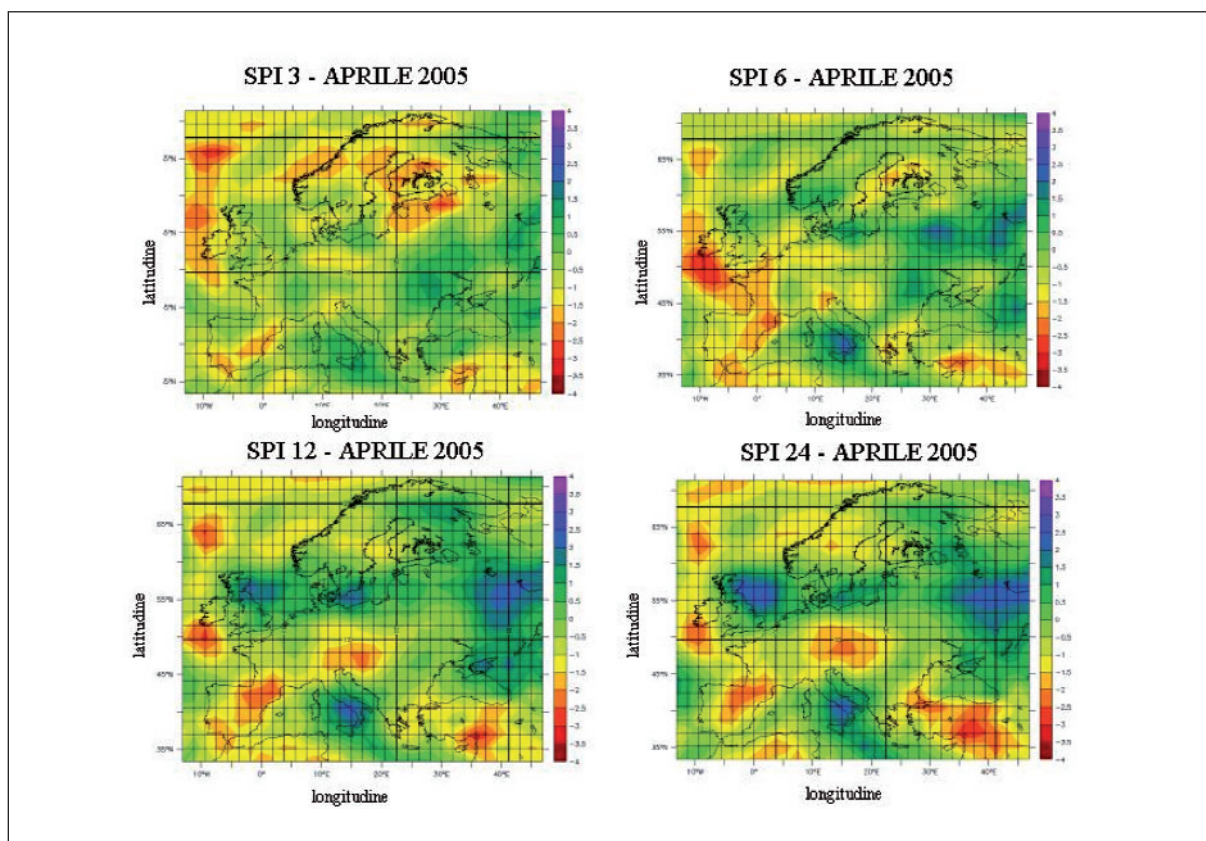


Fig 2.1 – Calcolo dello SPI per il mese di settembre Aprile 2005

1.4.2 Bollettini Regionali

1.4.2.1 Calabria

Un bollettino di monitoraggio della siccità a scala regionale deve fornire informazioni sulle principali grandezze meteorologiche, nonché indicazioni sullo stato della siccità nella regione, permettendo l'identificazione delle aree a rischio.

I requisiti necessari per la realizzazione del bollettino sono l'aggiornamento dei dati a scadenza prefissata, la scelta del software per l'immagazzinamento dei dati in un data base e, infine, il calcolo degli indici e la successiva visualizzazione grafica.

In sostanza scelta la frequenza di acquisizione dei dati, bisogna procedere all'aggiornamento degli stessi attraverso la realizzazione di un data base aggiornato alla stessa frequenza di acquisizione. L'archiviazione dei dati acquisiti deve avvenire utilizzando un formato comune, facilmente accessibile e provvedendo all'omogeneizzazione di quelli già esistenti. Archiviati i dati si utilizzano, infine, appositi softwares per l'elaborazione e la visualizzazione dei risultati.

Un esempio di bollettino a scala regionale che rispecchia i requisiti sopraccitati è quello prodotto dal Centro Funzionale Strategico Meteorologico Idrografico e Mareografico (CFS-MIDMAR) dell'ARPACal, ora è visibile sul sito della Protezione Civile regionale www.protezionecivilecalabria.it. I dati provenienti dal sistema di rilevamento del CFS-MIDMAR, costituito da una serie di sensori collegati in telemisura ad un'unità centrale, vengono aggregati a scala giornaliera ed immagazzinati in un apposito data base denominato DBIdro.

Per il monitoraggio della siccità è stato creato un apposito database, denominato “DBSiccità”, i cui dati vengono derivati in maniera automatica da DBIdro, finalizzato alla creazione di mappe tematiche. Questo database è organizzato in modo da contenere soltanto alcuni dei dati presenti in DBIdro raggruppati per decade (precipitazione, temperatura e indice SPI): tale database viene alimentato in maniera automatica ogni 10 giorni da apposite routine di calcolo, realizzate in ambiente visual basic. I dati contenuti in DBSiccità unitamente ai dati di carattere geografico vengono elaborati con un sistema automatizzato che consente la produzione di mappe di sintesi delle principali variabili climatiche, accessibili agli utenti tramite sito WEB. A scadenza decadile vengono elaborate le mappe delle precipitazioni cumulate, le mappe delle temperature massime, medie e minime nonché i valori dell’indice SPI con un’aggregazione a 1, 3, 6, 12, 24, 48 mesi. Allo scadere della terza decade vengono elaborate le mappe mensili delle piogge, della temperatura, della radiazione e della velocità del vento e vengono proposti i confronti tra il valore ottenuto dalle succitate variabili ed il valore della media storica nel mese considerato.

Tutte le elaborazioni vengono, infine, sintetizzate nel bollettino prodotto dalla Regione Calabria che con cadenza decadile, fornisce informazioni sulle temperature e sulle precipitazione e previsioni meteo a scala globale, mentre con cadenza mensile, fornisce indicazioni sullo stato di siccità del mese di interesse per le sei zone nelle quali è stata suddivisa la Calabria (Fig. 3.I).

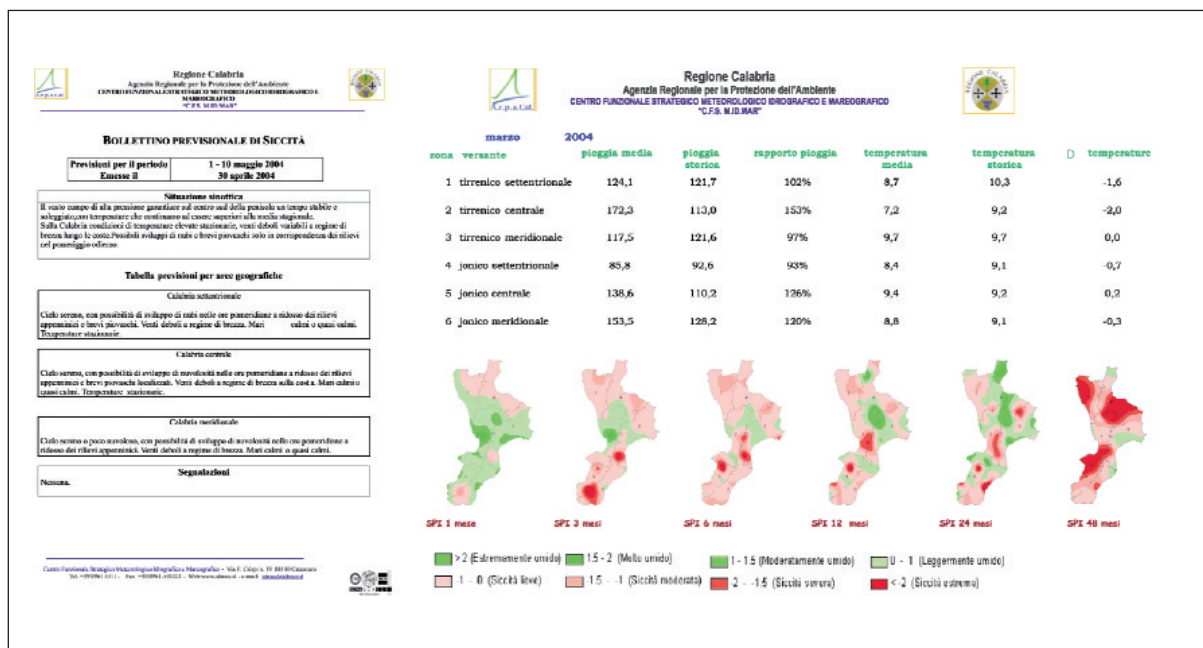


Fig. 3.I - Esempio di bollettino previsionale di siccità decadile e mensile

1.4.2.2 Sicilia

Il prototipo di bollettino per il monitoraggio della siccità sul territorio della Sicilia, è stato sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell’Università degli Studi di Catania per conto del Servizio Tecnico Idrografico Regionale della Sicilia con finanziamenti del programma europeo INTERREG II e III (Rossi e Cancelliere, 2002) ed è visibile sul sito del servizio all’indirizzo <http://www.uirsicilia.it/>.

Le informazioni che costituiscono il nucleo essenziale del bollettino sono state suddivise in tre gruppi, ognuno dei quali costituito da una o più sottopagine. Il primo gruppo riguarda le informa-

zioni di base utilizzate per la creazione del bollettino, ed in particolare la mappa con l'ubicazione delle stazioni termo-pluviometriche selezionate e le serie storiche osservate nelle medesime stazioni, utilizzate per il calcolo delle statistiche di lungo periodo. Il secondo gruppo, cui corrispondono le sottopagine "Precipitazioni" e "Temperature", raccoglie le informazioni riguardanti le variabili idrometeorologiche oggetto di particolare analisi ai fini del monitoraggio della siccità. Più precisamente, vengono riportate informazioni sulla distribuzione spaziale delle precipitazioni e delle temperature mensili, anche espresse in funzione dei valori "normali" di lungo periodo, mediante una rappresentazione con isolinee e con scale di colori. Infine al terzo gruppo appartengono le sottopagine denominate "Deficit di precipitazione", "Indice SPI", "Indice di Palmer" e "Volumi invasati nei Serbatoi e Freatimetri" che rappresentano il nucleo del bollettino per il monitoraggio delle siccità in Sicilia. Dette sottopagine, infatti, riportano informazioni sulla distribuzione spaziale della siccità sulla base sia di indicatori di anomalie delle grandezze meteorologiche considerate (come, ad esempio, la mappa degli scarti di precipitazione del mese corrente rispetto alla media di lungo periodo), sia di veri e propri indici (mappa dell'indice di Palmer e dello Standardized Precipitation Index), nonché di informazioni sullo stato attuale delle riserve idriche, in particolare con indicazioni sui volumi invasati nei principali serbatoi di regolazione dei deflussi e dei livelli nella rete di freatimetri. Nelle stesse sottopagine (in particolare in quelle "Deficit", "SPI" e "Palmer") sono anche riportate informazioni puntuali sulle siccità; per ogni singola stazione vengono infatti rappresentate le caratteristiche di siccità identificate sulle serie storiche disponibili mediante:

- applicazione della teoria dei run;
- indice di Palmer
- Standardized Precipitation Index calcolato per differenti scale temporali di aggregazione ($k = 3, 6, 12, \text{ e } 24$ mesi).

Per quanto riguarda l'organizzazione interna del prototipo di bollettino mensile in relazione ai dati e alla cartografia utilizzati per le elaborazioni, è opportuno riferirsi alla figura 4.I che mette in evidenza anche tali informazioni di base e precisamente:

- le osservazioni acquisite dalla rete di stazioni in telemisura STIR
- la cartografia della Sicilia
- le serie storiche termometriche e pluviometriche (attualmente tratte dal database sviluppato presso il DICA e relativo al periodo 1921-2005);
- le caratteristiche dei serbatoi e serie dei volumi invasati.

Per facilitare l'accesso da parte dei potenziali utilizzatori, il prototipo di bollettino mensile è stato strutturato in maniera tale da prevederne la consultazione attraverso un sito Web da parte di utenti aventi finalità di consultazione diverse. L'architettura prevede infatti sia una consultazione da parte di utenti anche interessati alle modalità di elaborazione dei dati disponibili e di generazione delle informazioni. A tale scopo è anche prevista la possibilità di scaricare dal sito del bollettino documenti che forniscono informazioni di dettaglio su:

- le stazioni di misura selezionate
- le grandezze idrometeorologiche rilevate e la disponibilità delle serie storiche
- i metodi di calcolo degli indici di siccità adottati.

Inoltre, al fine di ottenere sia informazioni sulla distribuzione spaziale delle grandezze idrometeorologiche e degli indici di siccità analizzati, sia informazioni di tipo informativo-geografico sulle stazioni di misura, tutti i dati di base sono stati opportunamente georeferenziati

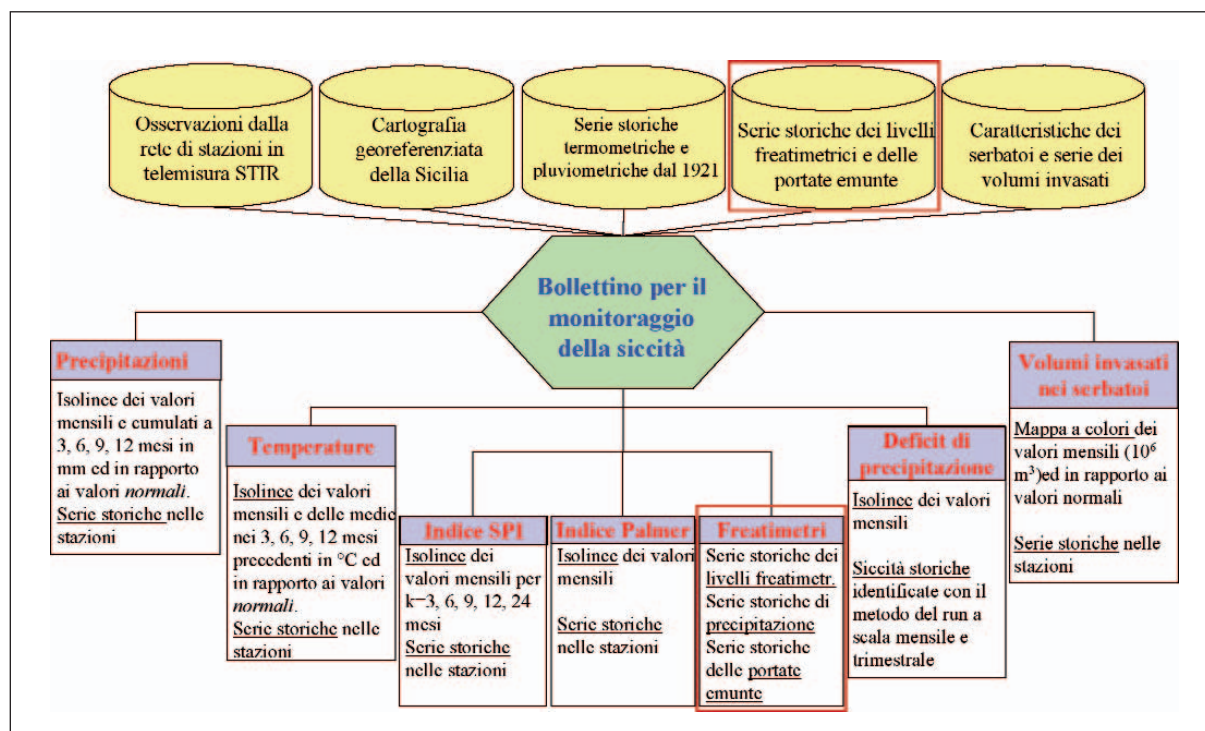


Fig. 4.I - Schema logico dell'organizzazione del Bollettino mensile per il monitoraggio delle siccità in Sicilia

1.4.2.3 Piemonte

Al fine di fornire un quadro di riferimento dello stato idrologico a scala regionale, ARPA Piemonte, tramite l'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale e grazie alla partecipazione a progetti comunitari, quali SEDEMED e SEDEMED II nell'ambito del programma INTERREG III B spazio MEDOCC, dai cui atti sono state estrapolate le informazioni di seguito riportate, ha studiato un bollettino idrologico che riassume in un quadro sinottico e sintetico elaborazioni numeriche, statistiche e modellistiche basate sui dati della rete di monitoraggio meteoroidrografica regionale e sui dati forniti dai gestori dei principali invasi artificiali.

Il bollettino, la cui emissione è mensile ed è visibile sul sito dell'Agenzia Regionale all'indirizzo <http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollidromensile.pdf>, ma con aggiornamenti a scadenza inferiore ai 30 giorni nei casi di alta criticità del deficit idrico, si divide principalmente in tre sezioni nelle quali vengono fornite indicazioni sia di carattere di monitoraggio dello stato corrente delle risorse, sia di previsione per la parte inerente l'indice di siccità meteorologica SPI.

Nella prima sezione si descrive l'afflusso meteorico del mese in oggetto in termini di quantitativi di precipitazione e di SPI. Per quanto riguarda la pioggia (fig. 5.I) è stata predisposta una tabella contenente, per ciascun bacino idrologico in cui è stata suddivisa la regione Piemonte, il quantitativo di precipitazione ragguagliata, il corrispondente volume, il deficit rispetto alla media climatologica del mese, il deficit percentuale e il deficit normalizzato calcolato come valore dell'SPI ad un mese. A completamento viene proposta una mappa della regione che mostra le precipitazioni registrate nell'ultimo mese e spazializzate sul territorio tramite il metodo dell'inverso del quadrato della distanza.

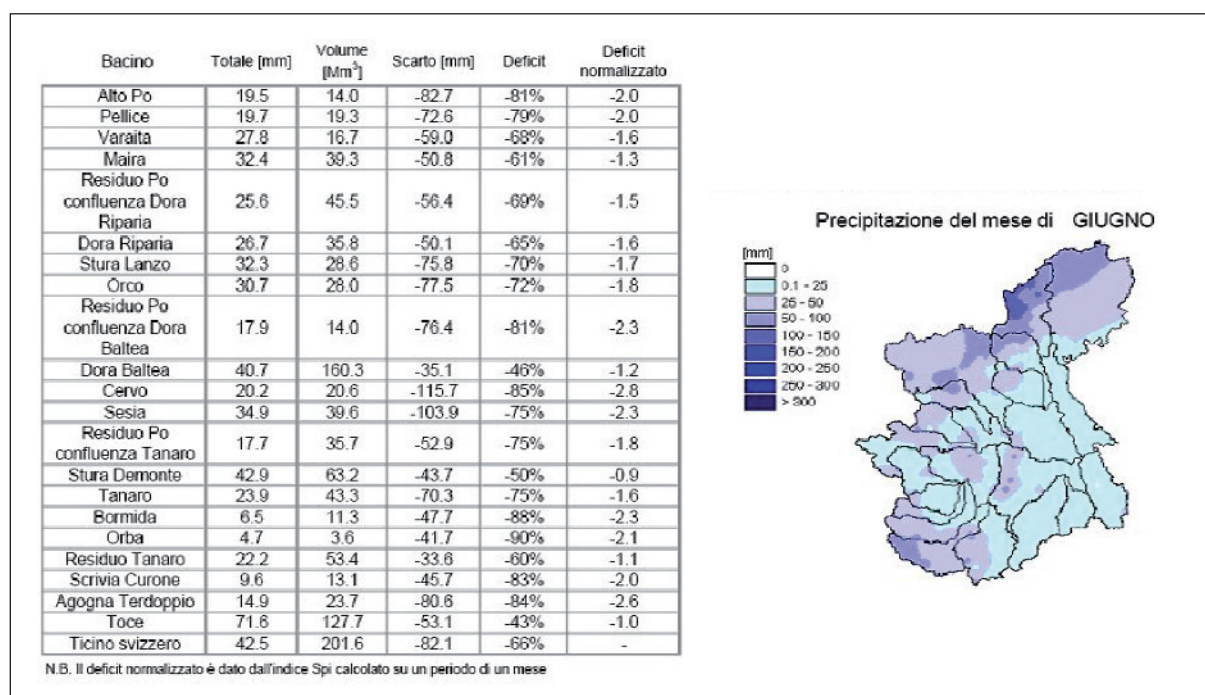


Fig.5.I – Prima sezione del Bollettino Idrologico Regionale del Piemonte: afflussi meteorici registrati in regione nel giugno 2006

Partendo dai medesimi dati di precipitazione ragguagliata a livello di bacino idrografico, per l’SPI viene compilata una tabella con le indicazioni della severità della siccità meteorologica sulle scale dei 3,6 e 12 mesi, utilizzando le diciture standard presenti in letteratura (McKee et al.,1993).La tabella è corredata da una mappa che rappresenta la situazione dell’SPI a 3 mesi sulla regione per il mese in esame. Inoltre, utilizzando l’approccio stocastico per la previsione dell’indice SPI descritto nel paragrafo 2, vengono inserite nel bollettino 3 mappe in cui si stimano i valori dell’SPI a 3 mesi per il mese seguente a quello analizzato, nei tre differenti scenari corrispondenti a condizioni poco piovose, normali e molto piovose. In figura 3è mostrato un esempio relativo al mese di luglio 2006.

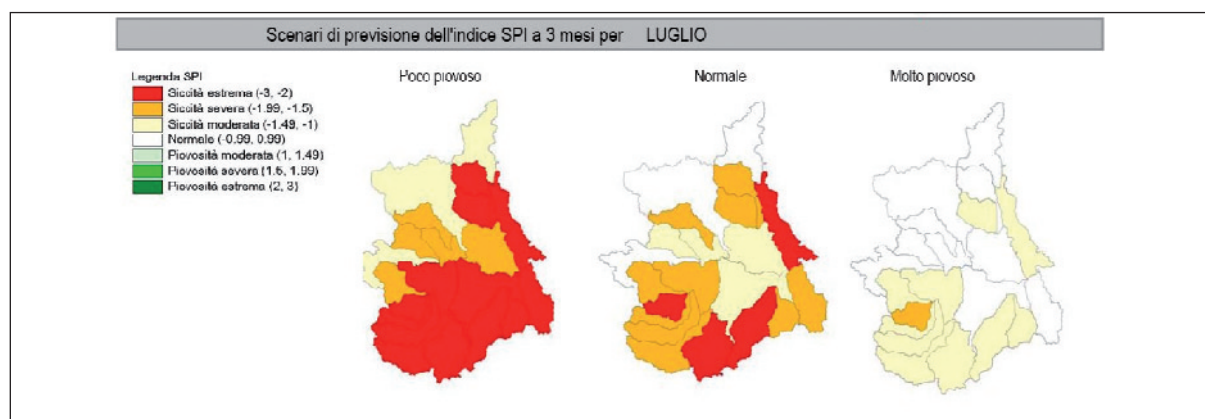


Fig. 6.I – Prima sezione del Bollettino Idrologico Regionale del Piemonte: mappe di previsione statistica dell’indice SPI a tre mesi per il mese successivo a quello in esame. I tre scenari si riferiscono a condizioni poco piovose, normali e molto piovose.

La seconda sezione del bollettino descrive invece la situazione relativa alla risorsa nivale disponibile in ciascun bacino. Le informazioni sono diffuse sia sottoforma di dati tabellari dove vengono riportati l'equivalente idrico (SWE) immagazzinato sotto forma di manto nevoso e l'altezza di precipitazione equivalente; lo SWE (Snow Water Equivalent) viene inoltre visualizzato su di una mappa della regione (figura 7.I).

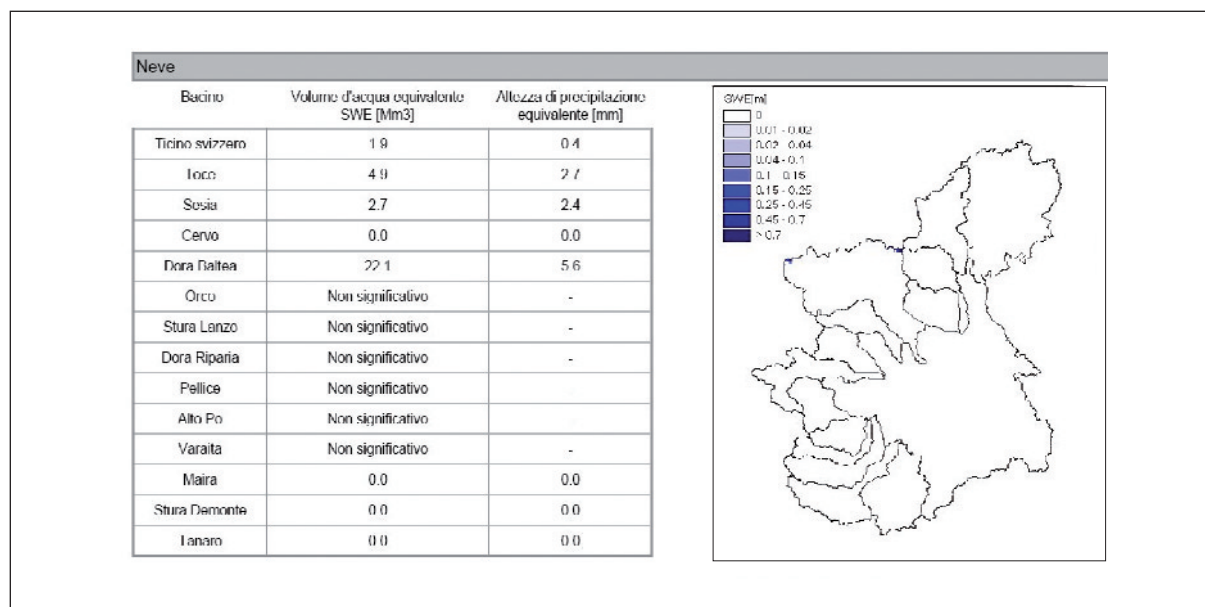


Fig. 7.I – Seconda sezione del Bollettino Idrologico Regionale del Piemonte: riserve nivali disponibili in regione nel mese di giugno 2006.

Infine nell'ultima parte del bollettino vengono riferite le condizioni delle riserve disponibili attraverso un grafico che rappresenta, giornalmente l'altezza del livello superficiale del Lago Maggiore (la riserva idrica naturale più estesa in Piemonte) e una tabella riassuntiva degli invasi artificiali presenti in ciascun bacino dove vengono specificate la capacità dell'invaso e il volume invasato, sia in valore assoluto sia in percentuale.

In prospettiva futura si sono pianificate principalmente due linee di sviluppo dei contenuti del Bollettino Idrologico Regionale: da un lato si intende intervenire sulla fase revisionale dell'SPI sostituendo l'approccio stocastico con un opportuno downscaling dei campi di precipitazione prevista da applicazioni modellistiche numerica a lungo termine; d'altra parte è prevista la sperimentazione sui singoli bacini dell'indice di siccità idrologica SWSI (Surface Water Supply Index) come indicatore di sintesi della situazione idrologica locale.

2. MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI DOVUTI ALLA SICCIÀ

Le misure di mitigazione dei fenomeni di siccità possono essere classificate in vario modo. Una prima distinzione sostanziale può essere fatta tra misure strutturali atte a contrastare crisi siccitose ad alta frequenza e misure non strutturali consistenti in forme di educazione e informazione aventi l'obiettivo di sensibilizzare l'opinione pubblica riguardo al rischio di siccità e alla necessità di preservare il più possibile le nostre riserve idriche.

Un'ulteriore classificazione presente all'interno del documento sulla gestione della siccità e sui problemi di squilibrio a lungo termine fra approvvigionamento idrico e domanda, scritto dal Water Scarcity Drafting Group e che verrà presentato al Water Directors Meeting (giugno 2006) consiste in:

- **misure strategiche:** comprendenti sia misure istituzionali che misure fisiche a lungo termine, quali infrastrutture per il rifornimento idrico;
- **misure tattiche:** quali, la razionalizzazione della risorsa, da sviluppare in anticipo per rispondere nel breve termine a deficienze idriche attese;
- **misure di emergenza** da implementare come risposte ad hoc a condizioni troppo specifiche o rare da giustificare lo sviluppo di piani permanenti.

A proposito del Water Scarcity Drafting Group si ricorda che tale gruppo costituito da membri appartenenti all'Unione Europea, come sottogruppo del gruppo di lavoro sulla Pianificazione Integrata a livello di Bacino (WG 2B), e paesi non appartenenti all'Unione Europea, rappresentanti di paesi terzi del contesto mediterraneo (MED Joint Process WFD/EUWI), è stato istituito nell'ambito delle attività della Common Implementation Strategy (CIS), della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE.

Un'ulteriore classificazione delle misure di mitigazione, di seguito riportata, fa una distinzione tra misure orientate alla domanda idrica, alle risorse disponibili e alla minimizzazione degli impatti.

2.1 Misure di mitigazione orientate alle domande, alle risorse e alla minimizzazione degli impatti

2.1.1 Gestione della domanda

Conseguenza della siccità è che la quantità di acqua disponibile è minore dei fabbisogni totali. Al fine di ridurre tale problema è necessario imporre dei limiti nei tre principali settori urbano, agricolo e industriale.

La *diminuzione della domanda a breve termine* può essere raggiunta attraverso un intenso *programma di informazione pubblica* che possa includere sia azioni volontarie che obbligatorie.

L'aspetto negativo di tale tipo di gestione è il ritorno alle usuali abitudini da parte dei consumatori una volta terminato il periodo di carenza idrica.

Possibili misure di gestione della domanda idrica sono:

- 2.1.1.1 Equilibrio fra disponibilità e fabbisogni;
- 2.1.1.2 Risparmio idrico;
- 2.1.1.3 Cambiamento nei prezzi della risorsa idrica, sussidi e incentivi fiscali;
- 2.1.1.4 Restrizioni legali e pressioni pubbliche per la riduzione dei consumi;
- 2.1.1.5 Accrescimento della consapevolezza pubblica riguardo alla carenza idrica;
- 2.1.1.6 Cambiamento nei metodi di irrigazione;
- 2.1.1.7 Monitoraggio.

2.1.1.1 Equilibrio fra disponibilità e fabbisogni

È importante garantire un'approvvigionamento globalmente sufficiente di acqua di buona qualità per un utilizzo durevole, equilibrato ed equo, in conformità con le priorità definite dalla legge Galli in merito agli usi idrici. In particolare la norma stabilisce che nei periodi di siccità o di scarsità di risorse idriche durante i quali si procede alla regolazione delle derivazioni in atto, deve essere assicurata, dopo il consumo umano, la priorità dell'uso agricolo e l'equilibrio degli ecosistemi, quest'ultimo assicurato dal rilascio del Minimo Deflusso Vitale (vedi paragrafo 2.5.1.2).

2.1.1.2 Risparmio idrico

Data l'importanza vitale della risorsa idrica e la sua crescente scarsità si fa sempre più sentito il bisogno di salvaguardarla attraverso misure volte al miglioramento della gestione, alla riduzione degli sprechi e dei processi di degrado della risorsa e mediante la promozione di un uso efficiente dell'acqua con l'individuazione, dove possibile, di nuove disponibilità e la ricerca di fonti alternative, tra cui le acque reflue depurate. Ciò permette di ridurre i prelievi di acque sotterranee il cui utilizzo eccessivo ne può comportare un abbassamento di livello e nelle aree costiere l'intrusione delle acque marine, con conseguente salinizzazione delle acque interne e dei suoli.

Una riduzione della domanda per uso agricolo può essere ottenuta adottando cambiamenti nelle pratiche di coltivazione; una riduzione della domanda industriale modificando i processi produttivi; una riduzione della domanda domestica mediante il cambiamento di comportamenti e/o l'installazione di apparecchi per il risparmio idrico.

2.1.1.3 Cambiamento nei prezzi della risorsa idrica, sussidi e incentivi fiscali

A circa un decennio dall'approvazione della L.36/94, il processo di riforma del settore idrico non è ancora giunto al termine e, di conseguenza, alcune caratteristiche strutturali, tra cui il livello delle tariffe non hanno ancora mostrato sostanziali discontinuità rispetto al passato più recente.

Dalla relazione annuale del COVIRI, sullo stato dei servizi idrici al 2005, risulta che esiste una variazione delle tariffe applicate al servizio di acquedotto, a seconda dell'area territoriale di riferimento. Le regioni centrali sono caratterizzate in media da tariffe applicate al servizio idrico integrato in assoluto più elevate con un costo di servizio di acquedotto pari a 0.64 €/mc, rispetto alla tariffa media di 0.56 €/mc delle regioni meridionali e di 0.47 €/mc di quelle settentrionali per lo stesso servizio. Per tutta la nazione, il costo medio dell'acqua è risultato di 0.55 €/mc, rispetto al costo medio del servizio idrico integrato pari 1 €/mc, dati calcolati sulla base di un consumo medio annuo di 192 mc e comprensivi di IVA al 10%.

M.Z. Ejeta e L. W. Mays (1999) dal momento che la richiesta di acqua urbana risulta essere elastica con il suo prezzo, hanno proposto di valutare la possibilità di ridurre la domanda attraverso un aumento della tariffa idrica per gli utenti. L'approccio proposto esprime il prezzo dell'acqua come una funzione del rischio (in termini di probabilità) che la domanda di acqua in ambito urbano superi la risorsa idrica disponibile e utilizza relazioni fra il prezzo dell'acqua urbana, il tempo di ritorno delle condizioni climatiche che portano alla siccità ed il rischio associato, sviluppando una metodologia valida anche in situazioni di grave siccità, secondo cui la domanda può essere regolata fino al valore della risorsa idrica disponibile attraverso aumenti successivi nel prezzo dell'acqua erogata. Pertanto, la valutazione del prezzo dell'acqua in ambito urbano può essere vista come un metodo per la conservazione dell'acqua a tutti gli effetti.

Sussidi o incentivi fiscali possono essere inoltre promossi allo scopo di ottenere un maggiore risparmio idrico

2.1.1.4 Restrizioni legali e pressioni pubbliche per la riduzione dei consumi

Tali misure sono costituite da limitazioni connesse con le attuali leggi delle concessioni idriche, dalla definizione di livelli di razionamento per i vari usi, da vincoli sull'uso del suolo e dall'impiego di specie vegetali resistenti alla siccità.

Per poterle individuare ed attuare occorre tenere in conto tre diversi fattori critici che influenzano le strategie di ripartizione delle risorse idriche in condizioni di siccità: l'esistenza o l'attivazione di un appropriato sistema istituzionale con la necessaria autorità e responsabilità per realizzare l'allocazione dell'acqua, la valutazione preventiva degli impatti potenziali di ogni strategia alternativa, la tempestività nell'implementare la distribuzione progettata.

Tali misure insieme agli incentivi fiscali, forniscono l'insieme delle misure attive di gestione della domanda idrica.

2.1.1.5 Accrescimento della consapevolezza pubblica riguardo alla carenza idrica

Le campagne informative ed educative, che hanno l'obiettivo di incoraggiare un uso idrico più razionale e un cambiamento delle abitudini pur facendo parte di un piano più vasto di utilizzo idrico efficiente, non hanno un'importanza secondaria in quanto il dialogo e la partecipazione dei cittadini sono essenziali al fine di una gestione idrica efficiente, dal momento che la partecipazione permette di ridurre i conflitti tra decisore e cittadino rendendo condivise le scelte prese.

A questo proposito è bene ricordare che nell'aiutare i decision makers concorrono una serie di strumenti di supporto alle decisioni che hanno la caratteristica di rendere trasparente il percorso che porta ad una o più scelte in quanto rendono possibile la valutazione degli effetti delle diverse alternative e dei loro impatti. La trasparenza, aggiunta al coinvolgimento di una pluralità di portatori d'interesse nella valutazione delle diverse alternative, rende generalmente accettabili da parte della comunità le scelte prese in campo "politico".

Inoltre il sistema di supporto alle decisioni accoppiato con il GIS (Geographical Information System) e con i modelli decisionali, è adatto a rispondere a domande derivanti dal cambiamento delle politiche riguardo alle risorse idriche, provvedendo alla conoscenza dei processi coinvolti, valutandone le conseguenze e fornendo consigli su come operare.

In un contesto mondiale del concetto di sviluppo sostenibile nella gestione delle risorse terrestri, esistono diverse iniziative sponsorizzate dalla Commissione Europea, come ad esempio il Progetto MULINO condotto da un gruppo multidisciplinare di esperti di vari paesi europei in collaborazione con competenti amministrazioni locali ed europee, che conduce ricerche finalizzate alla produzione di uno strumento operativo per il supporto alle decisioni che aiuti le autorità nella gestione sostenibile delle risorse idriche nei bacini di utenza, in conformità con le politiche europee.

I tre principali obiettivi dell'iniziativa sono:

- Progettare uno strumento di supporto alle decisioni basato sui modelli idrologici, indicatori multidisciplinari e procedure di valutazione multi-criteria per valutare le diverse alternative di gestione;
- Testare lo strumento in un range di casi studio in cooperazione con i portatori di interesse locali e le autorità idriche competenti;
- Dimostrare la potenzialità dello strumento nell'aiutare i gestori idrici locali durante il loro sforzo di

implementazione della nuova direttiva europea e la Commissione Europea nella valutazione dinamica della gestione delle risorse idriche all'interno del framework del sistema informativo a livello di bacino sviluppato dal Joint Research Centre.

Il MULINO-DSS può essere visto come un valido strumento per descrivere complesse situazioni decisionali che può essere usato come strumento di supporto, capace di coinvolgere i diversi portatori di interesse nel processo decisionale.

Tale sistema è basato sul modello Driving Force, Pressures, State, Impact, Response (DPSIR) dell'Agencia Europea per l'Ambiente, elaborato per condurre analisi ambientali comparabili tra i paesi membri permettendo una valutazione delle relazioni causa-effetto tra tutte le componenti che interagiscono nei sistemi sociale, economico e ambientale.

La possibilità di creazione di diversi scenari fornita da questo strumento, permette una valutazione da parte degli utilizzatori finali delle possibili condizioni future. La selezione delle migliori decisioni è supportata da un processo di analisi multi-criteria applicato alle alternative generate attraverso l'analisi DPSIR. I modelli idrogeologici, utilizzati sia all'interno che all'esterno degli strumenti di supporto alle decisioni, rendono infine possibile la simulazione integrata degli usi idrici multisettoriali.

2.1.1.6 Cambiamento nei metodi di irrigazione

La riduzione dei prelievi idrici ad uso irriguo, che contribuiscono pesantemente ad accrescere l'insufficienza idrica, è possibile attraverso un miglioramento e un cambiamento nelle tecniche irrigue passando dalla irrigazione per gravità a quella pressurizzata alla micro irrigazione.

È importante ricordare che non esiste un metodo migliore di irrigazione in assoluto, qualunque metodo può infatti essere efficiente in base alle condizioni meteo-climatiche in cui viene adottato, alla sua buona progettazione e alla sua buona manutenzione.

Anche se il metodo proposto può apparire come una duplicazione di una misura legata all'approvvigionamento idrico, in questo caso ci si riferisce alla gestione della domanda idrica mediante la scelta di opportuni metodi di irrigazione.

2.1.1.7 Monitoraggio

La conoscenza delle caratteristiche qualitative e quantitative delle risorse idriche è propedeutica all'individuazione delle misure più opportune per prevenire eventuali problemi di carenza idrica e di inquinamento e risulta determinante al fine della valutazione dell'efficacia delle misure adottate. A tal fine è necessario disporre di strumenti conoscitivi territoriali che consentano l'elaborazione di una strategia di pianificazione integrata, che facciano emergere le priorità di intervento sul territorio e che permettano la stima degli impatti ambientali, economici e sociali dell'applicazione delle misure attive e reattive di riduzione delle domande. Inoltre, sia nella fase di individuazione delle strategie sia in quella di valutazione, occorre che le basi conoscitive siano confrontabili e coerenti.

2.1.2 Approvvigionamento idrico

È possibile ottenere il miglioramento dell'approvvigionamento idrico durante i periodi di siccità attraverso:

2.1.2.1 Un miglior uso delle risorse del sistema idrico esistente;

2.1.2.2 Il ricorso a nuove forme di approvvigionamento;

2.1.2.3 L'adozione di modalità gestionali complesse.

2.1.2.1 Migliore uso delle risorse del sistema idrico esistente

Il migliore uso delle risorse del sistema idrico esistente può essere ottenuto attraverso:

- il miglioramento degli approvvigionamenti esistenti, possibile mediante la riduzione delle perdite idriche nelle condotte, la gestione della copertura vegetale, l'uso di pratiche agricole che permettano sia di migliorare l'utilizzo delle precipitazioni che di ridurre l'evapotraspirazione;
- la realizzazione di serbatoi superficiali e sotterranei che garantiscano il trasferimento di surplus di acqua dei periodi umidi ai periodi siccitosi;
- l'utilizzo strategico dell'acqua sotterranea, allocata come riserva speciale utilizzata solo durante condizioni di siccità e che per tale motivo rende necessario un appropriato monitoraggio idrogeologico non solo nei periodi siccitosi, ma anche durante quelli di "normalità" al fine di capire la capacità di ripresa degli acquiferi e il possibile peggioramento della loro qualità e per evitare inoltre l'incorporamento di tali risorse strategiche all'interno del sistema di gestione delle risorse abituali.

2.1.2.2 Ricorso a nuove forme di approvvigionamento

Il ricorso a nuove forme di approvvigionamento è reso possibile attraverso nuovi serbatoi superficiali per il controllo della siccità, l'uso di laghi e stagni durante l'emergenza idrica, l'uso delle acque fossili e l'utilizzo di nuove fonti non convenzionali come l'acqua dissalata e le acque reflue urbane o industriali.

2.1.2.3 Adozione di modalità gestionali complesse

Un'adozione di modalità gestionali complesse è possibile attraverso l'uso congiunto di risorse idriche di vario tipo, convenzionali (acqua superficiale e sotterranea) e non convenzionali e la modifica negli standard di qualità dell'acqua. Nel caso di circostanze di forza maggiore come precipitazioni estreme e prolungata siccità, è infatti ipotizzabile un temporaneo deterioramento dello stato dei corpi idrici con una conseguente diminuzione dei limiti ambientali purchè un ulteriore deterioramento sia prevenuto attraverso un trattamento delle acque, una limitazione delle fuoriuscite e l'utilizzo delle acque sotterranee.

È inoltre ipotizzabile una riduzione del deflusso minimo vitale solo nel caso di necessità di acqua potabile.

A queste misure va aggiunto un miglioramento dell'efficienza idrica attraverso l'utilizzo di appropriate tecniche irrigue, dell'irrigazione programmata e dell'irrigazione supplementare per la mitigazione degli impatti della siccità.

2.1.3 Minimizzazione degli impatti

Tali misure, rivolte ad una riduzione dei danni o di altre conseguenze negative connesse ad un evento siccitoso sono suddivise in tre tipologie:

2.1.3.1 Previsione della siccità;

2.1.3.2 Distribuzione dei rischi e dei danni;

2.1.3.3 Riduzione degli effetti negativi della siccità.

2.1.3.1 Previsione della siccità

Attraverso la previsione della siccità è possibile la programmazione, in anticipo, di misure appropriate che consentano di affrontarne le conseguenze e di ridurre i danni. A tale scopo sono molto utili le informazioni idrologiche, meteorologiche e sullo stato delle riserve idriche. Qualora risulti difficile un sistema di preavviso completo, possono essere usati indici di previsione per identificare l'inizio di un evento siccitoso e valutarne la probabilità. Successivamente alla previsione e al preavviso non sono trascurabili le campagne di sensibilizzazione sul rischio di siccità e sui necessari cambiamenti dei comportamenti;

2.1.3.2 Distribuzione dei rischi e dei danni

La distribuzione dei rischi e dei danni è possibile attraverso l'incentivazione di varie forme di assicurazione ritenute misure efficaci che tendono a dare alla siccità i connotati di una calamità naturale; misure di protezione individuale come la creazione di scorte individuali in forma monetaria o l'immagazzinamento di derrate alimentari.

2.1.3.3 Riduzione degli effetti negativi della siccità

La riduzione degli effetti negativi della siccità è possibile attraverso l'utilizzo di specie vegetali resistenti alla siccità e attraverso le modifiche di alcune pratiche agricole.

2.2 Interventi di mitigazione della siccità a breve termine e a lungo termine

La consapevolezza della necessità di agire con un approccio proattivo (azioni pianificate in anticipo che implicano modifiche delle infrastrutture, leggi, accordi istituzionali e l'accrescimento della consapevolezza pubblica) nella gestione della siccità sta aumentando, ma la capacità di farlo è ancora bassa.

Dal punto di vista delle risorse idriche, un approccio proattivo nei confronti della siccità è equivalente ad un piano strategico di gestione delle risorse idriche per la mitigazione della siccità. Tale tipo di pianificazione consiste in due tipi di misure, entrambe preventivamente pianificate:

- **Azioni a lungo termine** orientate a ridurre la vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico in caso di siccità, migliorando l'affidabilità di ogni sistema di soddisfare la domanda idrica attraverso appropriate misure strutturali e istituzionali. Tali misure comprendono le azioni pianificate prima dell'inizio della siccità nell'ambito dei documenti di pianificazione generale delle risorse idriche e/o di appositi piani di emergenza.
- **Azioni a breve termine** orientate a contrastare un particolare evento di siccità, quando esso si è manifestato, aumentando gli approvvigionamenti disponibili, migliorando l'efficienza nell'uso dell'acqua, e riducendo la domanda idrica attraverso politiche di gestione già esistenti e adottando azioni per minimizzare gli impatti della siccità.

Mentre le misure volte alla riduzione della domanda possono essere implementate rapidamente e possono essere costituite anche da misure volontarie di razionamento, quelle relative all'aumento dell'approvvigionamento idrico sono spesso preferite dagli enti gestori perché non richiedono la collaborazione da parte di un gran numero di utenti. Una classificazione delle misure adottabili a

lungo e breve termine distinte in relazione all'obiettivo principale (incremento delle riserve, riduzione delle domande o minimizzazione degli impatti) e con l'indicazione dei settori interessati (civile, irriguo, ecc.) è riportata da Rossi (2000) nella tabella 1.II.

Tab. 1.II Principali misure di mitigazione delle siccità (da Rossi, 2000 modificata)
Settore: C = civile; A = agricolo; I = industriale; R = ricreativo; A = ambientale

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	- Riutilizzo 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		

Una serie di interventi a lungo termine e a breve termine, proposti da Dziegielewski (2000), sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tab. 2.II - Misure di mitigazione della siccità a lungo termine nei sistemi urbani (da Dziegielewski,2000)

A	Aumento della capacità di accumulo e regolazione Mantenimento di volumi invasi come riserva Realizzazione di nuovi serbatoi Pulizia dei serbatoi aziendali Uso degli acquiferi come riserva idrica Realizzazione di serbatoi di accumulo fuori alveo
B	Gestione integrata delle risorse idriche Utilizzo congiunto di acqua superficiale e sotterranea Programmi di raccolta delle risorse idriche Trasferimenti idrici tra bacini con regimi idrologici diversi
C	Miglioramenti dell'efficienza nell'uso dell'acqua - Campagne per educare i consumatori su come modificare i comportamenti nell'uso dell'acqua - Sollecitazione o imposizione dell'uso di dispositivi e apparecchiature per il risparmio idrico - Sollecitazione o imposizione di un ridotto uso dell'acqua per il verde pubblico urbano - Adozione di efficienti strategie tariffarie per scoraggiare utilizzi inopportuni dell'acqua - Adozione di politiche di zonizzazione e sviluppo urbano per tenere sotto controllo la crescita delle utenze

Tab. 3.II - Misure di risposta alla siccità a breve termine orientate all'approvvigionamento idrico nei sistemi urbani (da Dziegielewski, 2000)

A	Miglioramenti nel sistema idrico - Nelle fonti idriche (eliminazione dell'evaporazione dai serbatoi, riduzione delle perdite nel corpo delle dighe, trasferimenti del surplus di acqua tra serbatoi, dotazione dei serbatoi di regolazione di sistemi di pompaggio, rivestimento dei canali). - Negli impianti di trattamento delle acque (riciccoli di acqua di lavaggio filtrata, miscela di acqua di qualità inferiore). - Nei sistemi di distribuzione dell'acqua (riduzione delle pressioni, ricerca e riparazione delle perdite, interruzione temporanea del funzionamento di idranti, riparazione dei contatori e programmi di sostituzione).
B	Fonti di approvvigionamento di emergenza - Trasferimenti idrici (interconnessioni di emergenza, importazione di acqua tramite autocisterne e vagoni ferroviari). - Derivazioni per usi diversi (riduzione dei rilasci da serbatoi per la produzione di energia idroelettrica, riduzione dei prelievi da corpi idrici usati per scopi ricreativi, rilassamento dei vincoli relativi al deflusso minimo vitale). - Fonti ausiliarie d'emergenza (uso di piccole falde, stagni e cave e di serbatoi in disuso, costruzione di condotte temporanee, immagazzinamento temporaneo in fiumi e canali, riattivazione di pozzi abbandonati, perforazione di nuovi pozzi, dissalazione di acqua salmastra e di acqua di mare).
C	Gestione delle risorse idriche disponibili - Trasferimenti temporanei di acqua dall'agricoltura verso l'uso civile (programmi di trasformazione in agricoltura asciutta, accordi di scambio individuale) - Scorte di acqua di emergenza - Sovraemungimento temporaneo di acquiferi sotterranei - Utilizzo delle acque meteoriche

Tab. 4.II - Esempi di misure di risposta alla siccità a breve termine orientate alla domanda idrica nei sistemi urbani (da Dziegielewski, 2000)

A	Informazione pubblica e campagne educative Campagne attraverso i mass media Programmi educativi scolastici Incontri con la comunità: visite tecniche, uffici per le relazioni pubbliche, mostre
A	Informazione pubblica e campagne educative Campagne attraverso i mass media Programmi educativi scolastici Incontri con la comunità: visite tecniche, uffici per le relazioni pubbliche, mostre
B	Programmi di conservazione di emergenza - Programmi di ammodernamento delle condotte delle reti di distribuzione in zone residenziali - Verifiche sull'uso domestico degli utenti con elevati consumi idrici - Ammodernamenti delle condotte delle reti a servizio di edifici non residenziali - Verifiche sull'uso dell'acqua per scopi commerciali, industriali e istituzionali
C	Restrizioni nel servizio idrico - Restrizione o interruzione dell'erogazione - Interruzione temporanea delle concessioni - Moratorie sulle nuove connessioni di utenti
D	Restrizioni sugli usi non indispensabili di acqua - Piscine - Lavaggio di auto - Irrigazione dei prati - Pulizia dei marciapiedi - Irrigazione di parchi e aiuole spartitraffico - Funzionamento di fontane pubbliche
E	Divieto di alcuni usi commerciali scelti - Lavaggi di auto con acqua non riciclata - Lavanderie a gettoni - Irrigazione di campi da golf
F	Interventi tariffari - Soprattassa per la siccità - Tassa per gli usi in eccesso - Crediti per il risparmio idrico
G	Programmi di razionamento idrico - Programma di irrigazione a giorni alterni - Distribuzione pro-capite - Distribuzione per famiglia - Distribuzione basata sull'uso prioritario - Razionamenti drastici

2.3 Misure e interventi nelle fasi di gestione delle siccità e prevenzione di carenze idriche

2.3.1 Piani di gestione della siccità

Partendo dalla consapevolezza che non si può fare nulla per ridurre il verificarsi degli eventi di siccità meteorologica, si fa sempre più sentita la necessità di adottare una nuova politica di gestione non più in termini di gestione di una crisi temporanea, ma piuttosto come gestione del rischio, basata sul monitoraggio del sistema, poiché la siccità si presenta come un fenomeno naturale non facilmente prevedibile.

Oggi c'è una sempre maggiore consapevolezza e sensibilità tra i decision-makers riguardo alla necessità di avere un approccio più proattivo nella gestione della siccità.

Perché un piano sia efficace deve prevedere tutta una serie di misure a breve e a lungo termine la cui combinazione ottimale va applicata prima, durante e dopo l'evento di siccità

Il processo di pianificazione deve infatti essere attivato prima dell'inizio della siccità poiché la sua implementazione è ripartita in un lungo periodo di tempo, che va da prima che inizi il fenomeno fino ad un po' di tempo dopo la sua fine e poiché la preoccupazione primaria è l'insufficienza idrica, la maggior parte delle attività pianificate sono rivolte alla riduzione degli effetti di tale insufficienza, attraverso misure adottate prima, durante e dopo tali periodi.

A causa della stretta relazione tra le risorse idriche e la siccità, la sua gestione è un elemento essenziale delle politiche e strategie nazionali per le risorse idriche e un valido aiuto in tal senso può essere fornito dallo sviluppo di opportuni piani per la gestione del rischio.

Tali piani devono essere preparati prima di essere necessari, devono essere basati su specifiche regolamentazioni e devono derivare da attenti studi riguardanti la definizione della siccità, dei suoi effetti e delle misure di mitigazione, inoltre un aspetto fondamentale consiste nella loro interoperatività.

Poiché i fenomeni siccitosi sono considerati come normali fenomeni climatici, i piani di gestione della siccità devono far parte di un più generale piano di gestione delle risorse idriche. Elementi principali delle strategie di pianificazione e gestione del rischio sono un'informazione efficace e lo sviluppo di sistemi di allarme, da affiancare ad un coordinamento fra livelli centrali, regionali e locali e ad una sufficiente capacità di pianificare politiche appropriate di preparazione alla siccità.

La pianificazione e gestione delle risorse idriche per la prevenzione e mitigazione delle carenze inizia con una valutazione delle risorse potenziali e disponibili e della vulnerabilità alla siccità dei sistemi di approvvigionamento esistenti.

Il rischio siccità per qualsiasi regione, è il prodotto dell'esposizione della regione al pericolo siccità che varia sia da regione a regione che nel tempo, e della vulnerabilità sociale all'evento. Quest'ultima fortemente determinata da fattori sociali, come l'uso del suolo, l'incremento della popolazione e le migrazioni da una regione ad un'altra o da un'area rurale ad una urbana, è alterata dalla variazione nell'uso idrico, dalla degradazione ambientale, dai cambiamenti tecnologici e dalle politiche del governo.

Il monitoraggio di tutti questi fattori permette di determinare come i loro cambiamenti possono influenzare gli impatti sui futuri episodi di siccità.

A supporto del piano di gestione della siccità esistono una serie di elementi, fondamentali per una buona riuscita della prevenzione e gestione.

- Innanzitutto è necessaria una struttura normativa di riferimento che permetta di contrastare la siccità con successo, attraverso l'individuazione dei diversi piani utili a tale scopo, la conoscenza della quantità di acqua utilizzata, come, per quali scopi e con quanta efficienza al fine di ottenere informazioni che possono essere utilizzate per suggerire o imporre misure di riduzione dei consumi idrici in condizioni di siccità.

-
- Non di minore importanza è la previsione di modifiche urgenti ai sistemi di trasporto e distribuzione (un'aggiunta di valvole di isolamento, di controllo del flusso e della pressione) necessarie nel caso di imposizione di restrizioni e l'individuazione del deflusso minimo vitale (vedi paragrafo 2.5.1.2), elemento chiave nella gestione idrica soprattutto durante i periodi di siccità e derivante dalla necessità di assicurare il buono stato ecologico degli ecosistemi acquatici nei bacini caratterizzati da consistenti prelievi.

2.4 Gestione delle risorse idriche e della siccità nell'ambito del QSN

2.4.1 Indicazioni del QSN per la politica regionale di sviluppo 2007-2013

Tra le dieci priorità tematiche individuate dalla programmazione dei fondi strutturali per il periodo 2007-2013, vi è quella relativa alla promozione di un *uso sostenibile ed efficiente delle risorse ambientali per lo sviluppo*, tale priorità si articola in un obiettivo generale e in tre obiettivi specifici, riferiti rispettivamente ai temi: energia; gestione delle risorse idriche, difesa del suolo e prevenzione dei rischi naturali; gestione dei rifiuti e della bonifica dei siti inquinati. Al raggiungimento degli obiettivi fissati per la priorità concorre anche l'azione della cooperazione territoriale, in particolare definendo strategie di lungo periodo per la mitigazione e la gestione degli effetti dei cambiamenti climatici e promuovendo un'efficace gestione delle risorse idriche e l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile e alternativa.

Per l'ambito delle risorse idriche e della difesa del suolo, è previsto che le priorità dovranno scaturire, nella versione finale del QSN, da una attenta valutazione degli interventi previsti negli strumenti di pianificazione e di quelli già programmati e dotati di copertura finanziaria.

Nel secondo *obiettivo specifico* "accrescere la capacità di offerta, la qualità e l'efficienza del servizio idrico, e rafforzare la difesa del suolo e la prevenzione dei rischi naturali", la corretta ed efficace gestione della risorsa idrica e del suolo nel suo complesso costituisce una componente essenziale dello sviluppo.

Risorse idriche.

Per quanto riguarda la risorsa idrica è necessario che le politiche ordinarie creino le condizioni favorevoli per l'attuazione della politica regionale individuando corretti meccanismi di incentivazione finanziaria a sostegno della infrastrutturazione e gestione del servizio idrico integrato.

Le priorità di intervento e le azioni individuate dalla politica regionale per quanto concerne le risorse idriche sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 5.II - Priorità di intervento e azioni individuate dalla politica regionale per quanto concerne le risorse idriche

Priorità di intervento	Azioni
Sostegno agli interventi previsti dai Piani d'Ambito, dai Piani di Tutela delle Acque, dai Piani di gestione del bacino/distretto idrografico previsti dalla Direttiva 2000/60/CE in attuazione della normativa di settore, ammettendo a finanziamento solo gli interventi previsti dai piani; in tale contesto va data priorità alle azioni finalizzate a garantire continuità ed efficienza nella distribuzione delle risorse per gli usi civili e alle azioni per la depurazione dagli inquinanti e per la protezione delle acque dall'inquinamento dovuto alle attività antropiche, anche ai fini del raggiungimento di obiettivi e standard di tutela quali-quantitativa dei corpi idrici interni e marini previsti dalla normativa comunitaria e nazionale	Rafforzare la base conoscitiva e la interoperatività dei sistemi di monitoraggio ambientale, anche per consentire la piena attuazione della Direttiva 2000/60/CE e la predisposizione degli strumenti di pianificazione settoriale; garantire la sorveglianza sanitaria; supportare la valutazione dell'impatto della gestione della risorsa idrica
Interventi infrastrutturali strategici tra le opere individuate nel Programma Nazionale degli interventi nel settore idrico, inclusa la realizzazione di opere di interconnessione e di compenso su area vasta, in modo da regolare la gestione della domanda/offerta in base a specifiche esigenze, evitando gli sprechi di risorse	Accrescere le capacità tecniche, organizzative, gestionali e delle funzioni di governo da parte delle Amministrazioni Pubbliche, anche attraverso l'acquisizione di esperienza sul terreno (gemellaggi, training on the job, azioni di sistema)
Sostegno per il risparmio idrico, la riduzione delle perdite, il recupero e l'uso di fonti idriche alternative (es. acque reflue), l'ottimizzazione degli usi relativamente ai diversi livelli di qualità ed il contenimento degli usi impropri	Razionalizzare e rendere più efficiente l'uso della risorsa idrica, anche in agricoltura, tutelando la qualità dei corpi idrici in coordinamento con la politica di sviluppo rurale, ottimizzando la funzionalità dei grandi invasi e dei sistemi di distribuzione primaria per garantire una costante disponibilità nel tempo della risorsa per uso irriguo
Previsione e gestione di situazioni di siccità, salinizzazione delle falde ed esondazione; ottimizzazione dei sistemi di invaso e recupero della risorsa idrica	

Difesa del suolo.

Per l'attuazione della politica regionale nell'ambito della difesa del suolo, il prerequisito è individuato nel "tempestivo completamento e aggiornamento di tutta la pianificazione di settore, in coerenza con le Direttive Comunitarie, rafforzando la interoperatività dei sistemi di pianificazione attraverso la predisposizione e condivisione di indirizzi e criteri generali per garantire omogeneità di condizioni di salvaguardia della vita umana, del territorio e dei beni."

Le priorità di intervento e le azioni individuate dalla politica regionale per quanto concerne la difesa del suolo sono riportate nella tabella seguente.

Tab. 6.II - Azioni individuate dalla politica regionale per quanto concerne la difesa del suolo.

Priorità di intervento	Azioni
Interventi per prevenire e fronteggiare fenomeni di desertificazione in un quadro di azioni sinergiche e integrate con gli altri settori ambientali, con lo sviluppo rurale e con le attività economiche connesse all'uso del suolo e del territorio, in vista della conservazione e valorizzazione di queste risorse naturali.	Attuazione degli interventi previsti dai Piani di Assetto Idrogeologico e dagli altri rilevanti strumenti di pianificazione
	Modifica di pratiche di uso del suolo causa di dissesto o poco sostenibili
	Integrazione delle politiche di tutela e salvaguardia del territorio con quelle dell'agricoltura, industria, infrastrutture e turismo, ricorrendo quanto più possibile a forme di partenariato pubblico-privato

2.4.2 indicazioni nella Programmazione sviluppo rurale 2007-2013

Tale documento riporta le linee guida generali cui il Quadro di riferimento Strategico Nazionale potrà fare riferimento per la programmazione delle risorse finanziarie destinate allo sviluppo rurale. Quello che emerge dal quadro conoscitivo della situazione attuale presente in tale documento è una propensione alla realizzazione di una gestione sostenibile e più razionale delle risorse naturali anche attraverso l'estensione e l'ammodernamento degli impianti di irrigazione. Inoltre si evince che l'impiego di acque reflue depurate come fonte alternativa di approvvigionamento, in Italia, è ancora agli inizi e che ciò avviene in prevalenza in Emilia e in Lombardia, anche se sono in corso molti accordi per l'utilizzazione di tali acque e in alcuni casi sono iniziate le opere di sollevamento e di aduzione.

Sono inoltre interessanti i dati sui metodi di somministrazione, in quanto attestano un'evoluzione nella gestione irrigua, rilevando la preponderanza al nord, come al sud, di metodi moderni quali aspersione, microirrigazione e subirrigazione che incidono fortemente sul risparmio idrico.

Per quanto riguarda la qualità delle acque italiane, i maggiori fattori di pressione ambientale sulle risorse idriche sono dovuti all'elevata antropizzazione del territorio, al sistema produttivo, industriale, agricolo e zootecnico a cui si aggiunge la presenza turistica.

Dato il contesto esposto, i principali fattori di criticità individuati dal gruppo di lavoro "Risorse idriche e sviluppo rurale" sono:

- Rapporto fra disponibilità idrica e fabbisogni irrigui;
- Stato delle infrastrutture irrigue, spesso causa di perdita di risorsa idrica e basso livello tecnologico dei sistemi idrici scarsamente dotati di misuratori per il controllo delle perdite e dei consumi reali a livello di utenza;
- Scarsa pianificazione dell'uso della risorsa in alcuni territori e scarsa diffusione del calcolo dei fabbisogni irrigui;
- Frammentazione della gestione e assetto delle competenze: estrema frammentazione dei servizi irrigui, con numerosi enti che operano a macchia di leopardo. Anche se negli ultimi anni il numero sta diminuendo a seguito delle ridelimitazioni dei comprensori irrigui e dei relativi consorzi di irrigazione effettuate dalle regioni, il problema rimane per i servizi relativi ai restanti utilizzi della risorsa idrica;
- Complessità dei ruoli istituzionali delle varie amministrazioni ed enti competenti in materia di pianificazione, programmazione e gestione della risorsa idrica;
- Basso livello qualitativo della risorsa.

2.5 Norme comunitarie e nazionali per la tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica

Il quadro normativo in materia di tutela e gestione delle acque presente in Italia trae origine nel 1933 con il Decreto Regio in cui viene definito il Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici, e si articola nel corso degli anni attraverso l'emanazione di numerose leggi e decreti, fino ad arrivare alla vigente normativa per la gestione delle risorse idriche.

Le leggi di maggiore rilevanza emanate negli ultimi decenni sono:

La L.183/89 mediante la quale sono state istituite le Autorità di bacino, tra i cui compiti vi è quello di redazione del Piano di bacino, strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo avente valore di piano territoriale di settore, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta uti-

lizzazione della acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. La L.36/94 attraverso la quale si è fatto un passo avanti nell'ambito della tutela e uso dell'acqua, attraverso l'istituzione del Servizio Idrico Integrato (costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, distribuzione, nonché collettamento, depurazione e smaltimento delle acque reflue) e la ripartizione del territorio nazionale in Ambiti Territoriali Ottimali alla cui delimitazione territoriale si perviene in base a determinati principi opportunamente stabiliti.

Il D.lgs. 152/99, che individua tra gli obiettivi da perseguire, la tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, nonché la protezione dell'ambiente e degli ecosistemi connessi ai corpi idrici e richiede inoltre l'individuare di adeguati strumenti organizzativi di pianificazione per l'integrazione dei diversi piani, di bacino, di gestione del servizio idrico integrato e dei Piani di Tutela delle Acque. Tali piani sono previsti dal decreto al fine del raggiungimento degli obiettivi generali di tutela delle acque, che comprendono la prevenzione e riduzione dell'inquinamento dei corpi idrici, il risanamento ed il mantenimento delle loro funzioni ecosistemiche e l'uso sostenibile delle risorse idriche. I piani hanno contenuti descrittivi, prescrittivi ed attuativi. Tra i primi, rientrano la descrizione delle caratteristiche del bacino idrografico, la valutazione degli impatti antropici esercitati sul medesimo, lo stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee nonché l'individuazione dei corpi idrici idonei a specifiche destinazioni e l'individualizzazione di vulnerabilità a varie forme di inquinamento e l'individuazione delle aree vulnerabilità alla siccità e desertificazione (art. 20). Proprio quest'ultimo punto è del tutto assente nella maggior parte dei piani di tutela adottati dalle Regioni italiane, eccezion fatta per Emilia Romagna e Veneto ed è per tale motivo che si è ravvisata la necessità di disporre le presenti linee guida, in grado di indicare a livello metodologico, le procedure più opportune da seguire per la costituzione di strumenti adeguati all'individuazione delle aree soggette a siccità e alla formulazione degli interventi di mitigazione. Dal punto di vista prescrittivo, i piani contengono l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e dei corpi idrici a specifica destinazione. Infine, i piani devono contenere i programmi di misure adottati per raggiungere gli obiettivi di tutela qualitativa e quantitativa tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico.

Il quadro normativo italiano è stato inoltre influenzato negli ultimi decenni dalle direttive emanate a livello europeo, tra cui in particolare la direttiva 2000/60/CE, principale norma a livello comunitario che si pone l'obiettivo di tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, da raggiungere attraverso un approccio integrato su scala di bacino idrografico, a recepimento della quale è stato emanato a livello nazionale il così detto "Codice Ambientale" (D.Lgs.152/2006), che integra le principali norme precedentemente menzionate (L.183/89, L.36/94, L.152/99), apportandovi alcune modifiche trattate più dettagliatamente nel seguito.

Un quadro sinottico della normativa italiana ed europea riguardante la gestione e la tutela delle risorse idriche che si è succeduta dal 1933 ai giorni nostri, viene fornito dalla seguente tabella.

DATA	N.°	NOME	NOTE
11/12/1933	<i>R.D. 1775/33</i>	“Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”	Diretto alla difesa degli usi comuni delle acque e soprattutto all’incentivazione di altri usi che incidono favorevolmente sul pubblico interesse.
13/02/1933	<i>R.D. 215/33</i>	Nuove norme per la bonifica integrale	In tema di terreni di bonifica
19/03/1952	<i>L. 184/52</i>	Piano orientativo ai fini di una sistematica regolazione delle acque	“Lotta contro l’erosione del suolo e la difesa del territorio dalle esondazioni.”
04/02/1963	<i>L. 129/63</i>	“Il Piano Regolatore Generale degli Acquedotti” (PRGA)	Ha costituito il primo riferimento normativo a livello nazionale per la pianificazione idrico-potabile e ha previsto l’istituzione del PRGA
15/1/1972	<i>D.P.R. 8/72</i>	Trasferimento alle Regioni delle competenze nel settore idrico	Delega alle Regioni le funzioni di aggiornamento e modifica del PRGA
22/03/1974	<i>D.P.R. 381/74</i>	Piano Generale per l’Utilizzazione delle Acque Pubbliche	
16/06/1975	<i>DIR.75/440/CEE</i>	Qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile	La direttiva riguarda i requisiti cui deve soddisfare la qualità delle acque dolci superficiali utilizzate per la produzione di acqua potabile, dopo trattamenti appropriati
22/07/1975	<i>L. 382/75</i>	Trasferimento alle Regioni delle competenze nel settore idrico	Ha delegato alle Regioni le funzioni di aggiornamento e modifica del PRGA
08/12/1975	<i>DIR. 76/160/CEE</i>	Concernente la qualità delle acque di balneazione	
04/05/1976	<i>DIR. 76/464/CEE</i>	Concernente l’inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell’ambiente idrico della Comunità	
10/05/1976	<i>L. 319/76</i>	“Legge Merli” in materia di tutela delle acque dall’inquinamento	Abrogata dalla L. 152/99
04/02/1977	<i>DEL.C.I. 04/02/1977</i>	Linee guida per il trattamento delle acque reflue, degli effluenti e degli scarichi	
04/02/1977	<i>DEL.C.I. 4/02/1977</i>	Criteri per un uso razionale delle risorse idriche	
24/07/1977	<i>D.P.R. 616/77</i>	Trasferimento alle Regioni delle competenze nel settore idrico	Attua la L.382/1975 Delega alle Regioni le funzioni di aggiornamento e modifica del PRGA
18/07/1978	<i>DIR. 78/659/CEE</i>	Concernente la qualità delle acque dolci per essere idonee alla vita dei pesci	
09/10/1979	<i>DIR. 79/869/CEE</i>	Metodi di misura, frequenza dei campionamenti e analisi delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile	
17/12/1979	<i>DIR. 80/68/CEE</i>	Misure per la protezione del sottosuolo dall’inquinamento	
24/12/1979	<i>L.650/1979</i>	Revisione della legge 36/94	Attribuisce alle regioni, anziché alle autorità marittime periferiche, il potere di autorizzare gli scarichi diretti a mare
15/07/1980	<i>DIR.80/778/CEE</i>	Controllo della qualità delle acque destinate al consumo umano	
23/04/1981	<i>L. 153/81</i>	normativa in tema di tariffe di fognatura e depurazione	Ha istituito un importo fisso sia per il canone difognatura sia per il canone di depurazione, limitatamente ai comuni dotati di depuratore
03/07/1982	<i>D.P.R. 470/82, D.P.R. 515/82, D.P.R. 236/82</i>	Recepimento delle direttive sulla qualità dell’acqua emanate dalla Commissione Europea per l’Ambiente (76/160, 75/440, 80/778)	
27/06/1985	<i>DIR. 85/337/CEE</i>	Direttiva del Consiglio concernente la valutazione dell’impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati	Valutazione impatto ambientale degli acquedotti

DATA	N.°	NOME	NOTE
12/06/1986	<i>DIR. 86/280/CEE</i>	Concernente i valori limite e gli obiettivi di qualità per gli scarichi di talune sostanze pericolose che figurano nell'elenco I dell'allegato della direttiva 76/464/CEE	
08/07/1986	<i>L. 349/86</i>	Istituzione del Ministero dell'Ambiente e della Valutazione di Impatto Ambientale	
24/05/1988	<i>D.P.R. 236/88</i>	Qualità delle acque destinate ad usi civili	Attuazione della direttiva 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. Modificata dal D.Lvo 507/99
10/08/1988	<i>D.P.C.M. 337/88</i>	Prescrizione della valutazione di impatto ambientale per i progetti di rilevanti impianti idraulici	
18/05/1989	<i>L. 183/89</i>	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo	La legge ha lo scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. (modificata da L.253/1990 e da L.179/2002) G.U. 25 maggio 1989, n. 120
08/06/1990	<i>L. 142/90</i>	Regolamento delle autonomie locali	
23/03/1990	<i>D.P.C.M. 233/1990</i>	Criteri per l'implementazione della L.183/89	
24/01/1991	<i>D.P.R. 85/1991</i>	Regolamento concernente la riorganizzazione ed il potenziamento dei servizi tecnici nazionali geologico, idrografico e mareografico, sismico e dighe nell'ambito della presidenza del consiglio dei ministri, ai sensi dell'art.9 della legge 183/89	
21/05/1991	<i>DIR. 91/271/CEE</i>	Concernente il trattamento delle acque reflue urbane.	Recepita con la L.152/99, la L.146/94 e la L. 36/94
12/12/1991	<i>DIR. 91/676/CEE</i>	Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole	
07/01/1992	<i>D.P.R. 7/1/1992</i>	Atto di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle autorità di bacino e delle regioni per la redazione dei piani di bacino	
25/01/1992	<i>D.L. 130/92, 132/92, 133/92</i>	Recepimento delle direttive sulla qualità dell'acqua emanate dalla Commissione Europea per l'Ambiente (76/464, 78/659, 80/68)	Abrogati da L.152/99
24/02/1992	<i>L. 225/92</i>	Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile	
21/05/1992	<i>DIR. 92/43/CEE</i>	Relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche	
03/04/1993	<i>D.L. 96/93</i>	Gestione degli impianti idrici	
12/07/1993	<i>D.L. 275/93</i>	Riordino in materia di concessione di acque pubbliche	
05/01/1994	<i>L. 36/94</i>	Disposizioni in materia di risorse idriche	Aggiornata al D.Lgs n.152/99
05/01/1994	<i>L.37/94</i>	Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche	
21/01/1994	<i>L. 61/94</i>	Istituzione dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	

DATA	N.°	NOME	NOTE
14/04/1994	<i>D.P.R. 14 Aprile 1994</i>	Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale "Delimitazione bacini"	
17/05/1995	<i>L. 172/95</i>	Scarichi pubbliche fognature e scarichi civili, revisione della L. 319/76	Abrogata da 152/99
18/07/1995	<i>D.P.R. 18/07/1995</i>	Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino	
04/03/1996	<i>D.P.C.M. 04/03/1996</i>	Disposizioni in materia di risorse idriche	
12/04/1996	<i>D.P.R. 12/04/1996</i>	Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale	
24/09/1996	<i>DIR 96/61/CEE</i>	Sulla prevenzione e la riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC)	
08/01/1997	<i>D.LL.PP. 99/97</i>	Criteri e metodi in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature	
14/02/1997	<i>D.LL.PP. 14/02/1997</i>	Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico	
25/02/1997	<i>D.M. n°90 del 25/02/1997</i>	Regolamento recante modalità di applicazione dell'art.18, co.5, della L. 36/94	
04/06/1997	<i>L. 170/97</i>	Ratifica ed esecuzione della Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta contro la desertificazione nei paesi gravemente colpiti dalla siccità e / o dalla desertificazione, in particolare in Africa, con allegati, fatta a Parigi il 14 ottobre 1994	G.U. n.142 del 20 June 1997
26/09/1997	<i>DPCM 26/9/1997</i>	DECRETO DI ISTITUZIONE DEL COMITATO NAZIONALE PER LA LOTTA ALLA SICCIITA' E ALLA DESERTIFICAZIONE	
03/08/1998	<i>L. 267/98</i>	Azioni per la prevenzione del rischio idrogeologico	Tale legge ha previsto infatti che Autorità di bacino e Regioni provvedessero, entro un termine stabilito, alla perimetrazione delle aree a rischio sulle quali venivano imposte delle norme di salvaguardia finalizzate ad impedire un aggravamento delle condizioni di rischio con nuovi interventi antropici
29/09/1998	<i>D.P.C.M. 29/09/1998</i>	Fornisce i criteri generali per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico, a rischio di frane e valanga, con quattro classi di rischio idraulico, a rischio di frane e valanga, con quattro classi di (moderato, medio, elevato, molto elevato) (R1, R2, R3, R4)	
09/12/1998	<i>L. 426/98</i>	Nuovi interventi in campo ambientale (art.4)	G.U. n. 291 del 14 Dicembre 1998
22/12/1998	<i>DEL. CIPE N. 154/98</i>	"Prima comunicazione nazionale" in attuazione della convenzione delle Nazioni Unite per combattere la siccità e la desertificazione	G.U. n. 39 del 17-02-1999
09/12/1998	<i>L. 426/98</i>	Nuovi interventi in campo ambientale (art.4)	G.U. n. 291 del 14 Dicembre 1998
22/12/1998	<i>DEL. CIPE N. 154/98</i>	"Prima comunicazione nazionale" in attuazione della convenzione delle Nazioni Unite per combattere la siccità e la desertificazione	G.U. n. 39 del 17-02-1999
27/02/1998	<i>DIR 98/15/CEE</i>	Misure per la prevenzione e protezione dall'inquinamento	Recante modifica alla Dir 91/271/CEE sulle acque reflue urbane.Recepita con D.Lgs 152/99

DATA	N.°	NOME	NOTE
03/11/1998	<i>DIR 98/83/CEE</i>	Concernente la qualità delle acque destinate ai consumi umana Attuata col D.Lgs n. 31 del 2/02/01	
18/02/1999	<i>D.P.R. 238/99</i>	Dichiarazione di pubblicità delle acque	Completa e chiarisce alcune disposizioni della legge Galli e regola la raccolta delle acque in invasi e cisterne
26/03/1999	<i>L. 107/99</i>	Ratifica ed esecuzione dell' Accordo fra il Governo della Repubblica italiana e il Segretariato della Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la desertificazione, fatta a Parigi il 14 ottobre 1994, e la FAO, per lo svolgimento della prima sessione della Conferenza delle Parti alla medesima Convenzione, con allegati, fatto a Roma il 30 giugno 1997	G.U. 23 April 1999 n.94 s.o. n.80
29/04/1999	<i>D.P.C.M. 29/04/1999</i>	Carta del servizio idrico integrato	
11/05/1999	<i>D.Lgs.152/99</i>	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento	Testo coordinato con d.lgs. 18 Agosto 2000, g.u. n.246 del 20 Ottobre 2000 s.o. n.172
17/08/1999	<i>L. 290/99</i>	Proroga di termini nel settore agricolo- denuncia dei pozzi	
03/12/1999	<i>D.P.R. 549/1999</i>	Regolamento recante norme di organizzazione delle strutture di livello dirigenziale generale del Ministero dell'ambiente	G.U. n. 67 del 21-03-2000
21/12/1999	<i>DEL. CIPE N.229/99</i>	PROGRAMMA NAZIONALE PER LA LOTTA ALLA SICCA' ED ALLA DESERTIFICAZIONE	
22/03/2000	<i>D.M. N.5173 DEL 22.03.2000</i>	E' costituito presso il Ministero delle politiche agricole e forestali il Comitato consultivo tecnico scientifico per l'agricoltura sostenibile	
18/08/2000	<i>D.Lgs. 258/2000</i>	Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128	
18/08/2000	<i>D.L. 267/2000</i>	Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali	Organizzazione del Servizio Idrico Integrato istituito dalla L. 36/94
23/10/2000	<i>DIR 2000/60/CEE</i>	Direttiva istitutiva di un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque	Recepita con D.Lgs152/06
11/12/2000	<i>L 365/2000</i>	Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000	
23/12/2000	<i>L. 388/2000</i>	Predisposizione del Piano Stralcio d'Ambito nei settori depurazione e fognature	
02/02/2001	<i>D.L. 31/2001</i>	Attuazione della DIR 98/83/CEE	Modificato e integrato da D.Lgs n°27/02
23/03/2001	<i>L. 93/2001</i>	Disposizioni in campo ambientale	art.17:Disposizioni per amministrazioni, enti ed associazioni impegnati nella tutela dell'ambiente. Art 14: inquinamento marino
27/03/2001	<i>D.P.R.178/2001</i>	Regolamento di organizzazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio	G.U. n. 114 del 18-05-2001
03/05/2001	<i>DEL. CIPE 3 Maggio 2001</i>	Assegnazione risorse destinate al funzionamento del Comitato nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione (legge 23 Marzo 2001, n.93)	
04/09/2001	<i>D.P.C.M. 4 Settembre 2001</i>	Delega di funzioni del Presidente del Consiglio dei Ministri in materia di Servizi tecnici nazionali al Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio	G.U. n. 219 del 20 September 2001

DATA	N.°	NOME	NOTE
20/11/2001	<i>Decisione n. 2455/2001/CE</i>	Relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque	Modifica la direttiva 2000/60/CE
22/11/2001	<i>D.M. 22 Novembre 2001</i>	Modalità di affidamento in concessione a terzi della gestione del Servizio Idrico Integrato, a norma dell'art. 20, L. 36/94	
02/02/2002	<i>D. Lgs. n. 27/02</i>	Amendamenti e supplementi al D.Lgs 31/2001, riguardo la direttiva 98/83/CE riguardo alla qualità delle acque destinate al consumo umano	G.U. n. 58 del 9-3-2002
11/03/2002	<i>L. 40/2002</i>	Ratifica ed esecuzione dell'Emendamento all'articolo XXI della Convenzione sull'Organizzazione idrografica internazionale, adottato a Monaco Principato nel corso della Conferenza tenutasi dal 14 al 25 aprile 1997	G.U. n. 72 del 26-3-2002
28/03/2002	<i>DEL.CIPE N.16/2002</i>	Fondo per la promozione dello sviluppo sostenibile: programma di attività per l'anno finanziario 2001	G.U. n.167 del 18 Luglio 2002
14 /06/2002	<i>DEL. 14 Giugno 2002, n. 41</i>	Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica. Linee guida per il programma nazionale per l'approvvigionamento idrico in agricoltura e per lo sviluppo dell'irrigazione	GU n. 199 del 26-8-2002
22/07/2002	<i>Decisione n. 1600/2002/CE</i>	Istituisce il Sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente	Comprende l'obiettivo di conseguire livelli di qualità dell'acqua che non determinino impatti o rischi inaccettabili per la salute umana e l'ambiente
31/07/2002	<i>L. 179/2002</i>	Disposizioni in materia ambientale	Modifica il D.Lgs 152/99
02/08/2002	<i>DEL. CIPE N. 57/2002</i>	Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e alla Desertificazione:strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia	G.U. n.255 of 30 October 2002
18/09/2002	<i>D.M. 18/09/2002</i>	Modalità di informazione sullo stato delle acque	Ai sensi dell'art.3, co 7, D.Lgs 152/99
29/09/2002	<i>DEL. CIPE 29 SEPTEMBER 2002</i>	Fondo per la promozione dello sviluppo sostenibile: modifiche al programma di attività per l'anno finanziario 2001	G.U. n.280 of 29 November 2002
06/12/2002	<i>D.Lgs.287/2002</i>	Modifiche al D.Lgs. 300/99 concernente le strutture organizzative dei Ministeri, nonché i compiti e le funzioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio	G.U. n.304 del 30 Dicembre 2002
12/12/2002	<i>ACCORDO 12 DICEMBRE 2002</i>	Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome. Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152	G.U. n. 304 del 30-12-2002
12/06/2003	<i>D.M. 12 GIUGNO 2003, n. 185</i>	Regolamento recante normetecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 110 maggio 1999, n.152	
27/02/2004	<i>D.P.C.M. 27 FEBBRAIO 2004</i>	Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile	GU n. 59 del 11-3-2004- Suppl. n.39
19/09/2003	<i>Proposta di direttiva COD 2003/0210</i>	Proposta di direttiva sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento	Direttiva figlia della 2000/60/CEE

DATA	N.°	NOME	NOTE
28/04/2005	Direttiva sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento chimico e dal deterioramento	La direttiva istituisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento chimico delle acque sotterranee.	Gazzetta ufficiale n. C 045 E del 23/02/2006 pag. 0074 - 0086
17/08/2005	Decisione n. 2005/646/CE	Relativa all'istituzione di un registro di siti destinati a formare la rete di intercalibrazione conformemente alla direttiva 2000/60/CE	
22/06/2005	Proposta modificata di direttiva COD 2003/0210	Proposta modificata di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento	COM/2005/0282 def. - COD 2003/0210
15/02/2006	D.P.R. 15 febbraio 2006	Norme di attuazione del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche	
29/04/2006	D.Lgs. 152/2006	Norme in materia ambientale entrate in vigore il 29/04/2006 al fine di recepire la Direttiva 2000/60/CEE	G.U. n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento ordinario n. 96
02/05/2006	D.M. 02/05/2006	Autorita' di vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti, ai sensi dell'articolo 159, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152	G.U. n. 108 del 11 maggio 2006
02/05/2006	D.M. 02/05/2006	Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152	G.U. n. 108 del 11 maggio 2006
02/05/2006	D.M. 02/05/2006	Modalità di aggiudicazione del servizio idrico integrato	

2.5.1 Direttiva 2000/60/CE

La direttiva 2000/60/CE è la principale norma a livello comunitario che si pone obiettivi di tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, da raggiungere attraverso un approccio integrato su scala di bacino idrografico.

In attesa del recepimento di tale direttiva, la norma quadro di riferimento a livello nazionale per la tutela delle acque è stato il Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n°152, che ne anticipa in parte i contenuti recependo la direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Una particolare importanza è rivestita dai decreti attuativi del decreto legislativo 152/99 tra cui si citano in particolare:

- Per la tutela quali-quantitativa, il DM 12 giugno 2003, n°185 che stabilisce norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane ed industriali attraverso la regolamentazione delle destinazioni d'uso e dei relativi requisiti di qualità, ai fini della tutela delle risorse idriche;

-
- Per la tutela quantitativa, il DM 28 luglio 2004 contenente i criteri per la redazione del bilancio idrico di bacino e la definizione del Deflusso Minimo Vitale.

2.5.1.1 DM 12 giugno 2003, n°185

In tale decreto viene fatta una distinzione tra:

- recupero: inteso come riqualificazione di un'acqua reflua, mediante adeguato trattamento depurativo al fine di renderla adatta alla distribuzione per usi specifici;
- riutilizzo: inteso come impiego di acqua reflua recuperata, di determinata qualità, per una specifica destinazione d'uso (irriguo, civile o industriale) in parziale o totale sostituzione di acqua superficiale o sotterranea.

Nel caso di riutilizzo irriguo, questo deve essere realizzato con modalità che assicurino il risparmio idrico e non può comunque superare il fabbisogno delle colture e delle aree verdi.

I requisiti di qualità delle acque ai fini del riutilizzo irriguo e civile, sono definiti da valori limite delle acque reflue all'uscita dell'impianto di recupero, mentre per quelli riguardanti la destinazione d'uso industriale viene fatto riferimento ai valori limite di emissione in acque superficiali e in fognatura presenti all'interno del D.lgs 152/99.

Si deve comunque sottolineare che i valori individuati nel decreto ministeriale rappresentano dei valori guida, che potranno essere variati dalle regioni, previo parere conforme del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio pur rimanendo sempre nei limiti prescritti dal D.lgs 152/99. Su tutto ciò è prevista un'attività di monitoraggio da parte del titolare della rete di distribuzione ai fini di verifica dei parametri chimici e microbiologici e da parte dell'autorità sanitaria per la valutazione di eventuali effetti igienico-sanitari connessi all'impiego delle acque reflue recuperate.

2.5.1.2 DM 28 luglio 2004

Nel presente decreto, dedicato al bilancio idrico, viene definito il Deflusso Minimo Vitale quale portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Nei bacini idrografici caratterizzati da consistenti prelievi o trasferimenti, le derivazioni devono essere regolate in modo da garantire il livello di deflusso necessario alla vita negli alvei e tale da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi, ai fini degli obiettivi di qualità previsti dai Piani di Tutela delle Acque.

Per tale motivo, con riferimento ai vincoli di tutela ambientale, nella determinazione della risorsa idrica superficiale utilizzabile (Rut) occorre detrarre dalla risorsa idrica potenziale il volume riferibile al deflusso minimo vitale.

$$Rut \leq Rpot - V_{DMV}$$

con:

$$Rpot^1 \leq Rnat + Rn.c.+ Vest \pm \Delta V - Vtrasf$$

Tali termini rappresentano i volumi totali delle risorse e dei fabbisogni idrici, riferiti al periodo considerato (di norma l'anno, oppure periodi più brevi), con i significati seguenti:

Rut: risorsa idrica superficiale e sotterranea utilizzabile nel bacino o sottobacino

Rpot: risorsa idrica potenziale nel bacino o sottobacino
Rnat: risorsa idrica naturale nella sezione di chiusura del bacino o sottobacino
Rn.c.: risorsa idrica non convenzionale nel bacino o sottobacino
Vest: apporti idrici al bacino o sottobacino dovuti ad usi antropici provenienti da altri bacini
V: differenza tra i volumi idrici superficiali e sotterranei invasati nel bacino o sottobacino all'inizio ed alla fine del periodo (positiva se i primi sono maggiori);
Vtrasf: volumi idrici dovuti ad usi antropici trasferiti fuori del bacino o sottobacino
 V_{DMV} : volume del deflusso minimo vitale ottenuto come integrale della portata di deflusso minimo vitale nel periodo di riferimento.

Può essere opportuno individuare valori del DMV differenti per ciascun mese o stagione dell'anno, anche allo scopo di impedire che i prelievi e le restituzioni siano effettuati in modo da lasciare in alveo una portata residua costante che elimini la variabilità del regime naturale dei deflussi in base alla quale si è formato l'equilibrio, sia fisico che biologico, del corso d'acqua.

Principale finalità dell'applicazione della disciplina del DMV è di rendere compatibile la salute dei corpi idrici con i quantitativi di acqua derivati per i vari utilizzi, attraverso la garanzia degli equilibri degli ecosistemi interessati e il raggiungimento degli obiettivi di qualità.

L'applicazione del DMV deve essere vagliata attraverso attività di verifica, di studio e in particolare di monitoraggio quali-quantitativo. Il monitoraggio, affiancato all'utilizzo di sistemi informativi territoriali e modelli matematici previsionali, è in grado di affinare gli indirizzi delle politiche di pianificazione e di verificare le azioni intraprese.

Una volta ricostruito il bilancio idrologico e valutata la risorsa idrica utilizzabile, la condizione di equilibrio del bilancio idrico di un bacino e sottobacino è espressa dalla disuguaglianza:

$$R_{ut} - \sum F_i + R_{riu} + V_{rest} \geq 0$$

Tali termini rappresentano i volumi totali delle risorse e dei fabbisogni idrici, riferiti al periodo considerato (di norma l'anno, oppure periodi più brevi), con i significati seguenti:

Rriu: risorsa idrica riutilizzata nel bacino o sottobacino

Fi: comprende tutti i fabbisogni di seguito richiamati:

- fabbisogno per usi potabili e civili non potabili (utilizzo, se riferito allo stato attuale)
- fabbisogni per usi agricoli (utilizzo, se riferito allo stato attuale)
- fabbisogno per usi industriali (utilizzo, se riferito allo stato attuale)
- fabbisogno per usi idroelettrici (utilizzo, se riferito allo stato attuale)
- fabbisogno per altri usi
- fabbisogni collettivi vari quali pesca, navigazione, ricreativi, ecc. (utilizzi, se riferiti allo stato attuale)

Vrest: volumi idrici restituiti al bacino da usi antropici interni nel bacino o sottobacino

2.5.2 D.Lgs 152/2006

In materia di **acque** il decreto che recepisce la Direttiva 2000/60/CEE, rappresenta un vero testo unico che:

- disciplina le norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione apportando dei cambiamenti rispetto alla L.183/89 nella ripartizione dell'intero territorio nazionale in distretti idrografici, che diventano la principale unità per la gestione dei bacini idrografici e sottoponendo a va-

lutazione ambientale strategica (VAS) i piani di bacino, prima della loro approvazione.

- Nel piano di bacino sono contenute le indicazioni delle opere necessarie (distinte in funzione ai diversi pericoli, tra cui quello siccità) e le misure per contrastare i fenomeni di subsidenza e desertificazione, anche mediante programmi ed interventi utili a garantire maggiore disponibilità della risorsa idrica ed il riuso della stessa. (art.65)
- disciplina la tutela quali-quantitativa delle acque dall'inquinamento integrando il D.lgs. 152/99 con l'aggiunta dell'obiettivo di mitigazione degli effetti delle inondazioni e delle siccità, ottenuto garantendo una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un uso idrico sostenibile, equilibrato ed equo, riducendo in modo significativo l'inquinamento delle acque sotterranee e proteggendo le acque territoriali e marine dall'inquinamento. Nuova è la definizione di scarico: "qualsiasi immissione di acque reflue in acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione". La nuova definizione si discosta grandemente da quella del D.lgs 152/1999 perchè non prevede più la canalizzazione diretta tramite condotta. Un'altra importante novità che riguarda gli scarichi consiste nella possibilità, per più stabilimenti, di effettuare scarichi in comune anche senza la costituzione di un consorzio, mentre i limiti allo scarico definiti dal D.lgs 152/99 sono rimasti uguali (scarico in acque superficiali e fognatura). Sono inoltre stati definiti specifici obiettivi di qualità dei corpi idrici (caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche) da raggiungere in due fasi successive: nel 2008 tutti i corpi idrici dovranno avere uno stato di qualità sufficiente e nel 2015 dovrà essere raggiunto il livello di buono. Importante è l'approccio combinato nei controlli riguardanti tutti gli scarichi nelle acque superficiali da realizzare entro il 2012, controlli già stabiliti nei decreti legislativi 59/2005 e 31/2001.
- Per quanto riguarda la conformità agli standard di qualità dei corpi idrici, il decreto 152/2006 sostituisce ad ogni effetto il decreto ministeriale n°367 del 6 novembre 2003.
- Ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità, le Autorità competenti tengono conto del principio "chi inquina paga" ed inoltre entro il 2010 provvedono ad attuare politiche dei prezzi dell'acqua idonee ad incentivare adeguatamente gli utenti ad usare le risorse idriche in modo efficiente ed a contribuire al raggiungimento ed al mantenimento degli obiettivi di qualità ambientali previsti dalla direttiva 2000/60/CE.
- disciplina la gestione delle risorse idriche attraverso il Servizio Idrico Integrato già definito nella legge 36/94, costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili di fognatura e di depurazione delle acque reflue, gestito secondo principi di efficienza, efficacia ed economicità, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie. Gli enti locali, attraverso l'Autorità d'ambito, svolgono le funzioni di organizzazione del servizio idrico integrato, di scelta della forma di gestione, di determinazione e modulazione delle tariffe, di affidamento della gestione e relativo controllo.

All'attuazione del D.Lgs 152/06 concorrono nove decreti di cui quattro relativi alla risorsa idrica che vengono di seguito elencati:

Istituzione dell'autorità di vigilanza sulle risorse idriche e i rifiuti (art.159 comma 1 del D.Lgs. 152/2006): Il Comitato per la Vigilanza dell'uso delle Risorse Idriche (Coviri) assume la denominazione di Autorità per la vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti. L'Autorità è costituita dai presidenti e dai componenti del Coviri e dell'Osservatorio Nazionale sui rifiuti che restano in carica per sette anni.

Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue (art.99 comma 1 del D.Lgs 152/2006): Il decreto stabilisce i criteri per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane ed industriali regolamentando le destinazioni d'uso e i requisiti di qualità per favorire il risparmio idrico e la tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche.

Modalità e termini secondo i quali le Autorità di Ambito aggiudicano la gestione del Servizio Idrico Integrato (art.150, comma 2 del D.lgs.152/2006): Il decreto, come quello sulla gestione del servizio dei rifiuti, detta le modalità delle procedure di gara stabilendo che la disciplina prevista si applica anche per la scelta del socio privato, preventiva alla costituzione delle società miste.

Definizione dei limiti esterni dell'estuario (art.74, comma 1, lettera e del D.Lgs 152/2006): Il decreto stabilisce che l'estuario è l'area di transizione i cui limiti sono compresi tra le acque dolci e le acque costiere dà 18 mesi all'ICRAM per condurre uno studio di mappatura degli estuari esteso a tutto il territorio nazionale. Si fa presente che con comunicato del MATT del 26.06.06 pubblicato su G.U. n° 146, è stata dichiarata l'inefficacia dei decreti attuativi del D.Lgs 152/06.

2.5.3 D.P.R. 15 febbraio 2006

Il decreto del Presidente della Repubblica del 15 febbraio 2006 recante norme di attuazione del Piano Generale di utilizzazione delle acque pubbliche, risulta essere il testo normativo che sintetizza e rende vincolanti tutta una serie di misure volte ad un uso sostenibile delle acque (definendo i criteri per l'utilizzazione delle acque pubbliche in funzione delle particolari tipologie d'uso) e ad una sistematica regolazione dei corsi d'acqua, con particolare riguardo alle esigenze di difesa del suolo e per la tutela delle risorse idriche.

Il piano generale concorre a garantire il governo funzionalmente unitario dei bacini idrografici di rilievo nazionale nei quali ricade il territorio provinciale e determina le direttive, gli indirizzi e i vincoli ai quali devono conformarsi piani e programmi provinciali. Il piano indica inoltre una serie di misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico, tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, delle capacità di ravvenamento della falda, delle destinazioni d'uso delle risorse compatibili con le loro caratteristiche qualitative e quantitative e del minimo deflusso necessario alla vita dei fiumi.

Per quanto riguarda il DMV è però il Piano Provinciale di Risanamento delle Acque che ne determina i valori e stabilisce i termini e le modalità di adeguamento a detti valori per le derivazioni esistenti.

Il presente decreto reca inoltre le disposizioni per il risparmio e il riutilizzo delle risorse idriche, ribadendo che chiunque gestisca e utilizzi la risorsa idrica è tenuto ad adottare le misure necessarie all'eliminazione degli sprechi e alla riduzione dei consumi, nonché ad incrementare il riciclo e riutilizzo, applicando le migliori tecnologie disponibili.

A tal fine, è fatto obbligo ai soggetti pubblici o privati interessati di:

- migliorare la manutenzione delle reti di adduzione e distribuzione di acque destinate a qualsiasi uso, al fine di ridurre le perdite;
- promuovere l'informazione, la diffusione e l'applicazione di metodi e tecniche di risparmio idrico domestico e nei settori produttivo, terziario e agricolo;
- installare contatori per il consumo dell'acqua in ogni singola unità abitativa, nonché contatori differenziati per le attività produttive e terziarie;
- realizzare nei nuovi insediamenti, sistemi di collettamento differenziati per le acque piovane e per le acque reflue.

Come si può notare, le misure su elencate sono in parte già state menzionate nel paragrafo 2.1 relativo alle misure di mitigazione degli impatti dovuti alla siccità.

3. PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

3.1 Gli strumenti di pianificazione

Dalla pianificazione territoriale in generale (concernente l'arte e la tecnica di organizzare un determinato territorio per realizzarvi una distribuzione spaziale della popolazione e delle sue attività che sia equilibrata ed in armonia con le risorse disponibili, nel pieno rispetto dell'ambiente) si è passati ad una pianificazione territoriale integrata che attribuisce rilevanza, oltre alle variabili socio-economiche, anche alle variabili ambientali, ai fini della difesa del territorio sia da eventi naturali che da eventi indotti da comportamenti e/o da sistemi di azione della comunità aventi origine sociale, economica e culturale; fino ad arrivare ad una pianificazione/programmazione economica che individua le fonti di finanziamento necessarie per la realizzazione degli interventi sul territorio e ne stabilisce le modalità di accesso ed i tempi di erogazione.

I principali strumenti regionali di pianificazione e relativa normativa di riferimento sono:

- Piano di Bacino L. 183/1989
- P.T.A. (Piano Tutela Acque) D.L.gs 152/1999
- P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) L. 267/1998
- P.S.R. (Piano Sviluppo Rurale) Reg. CE n. 1257/1999
- P.A.I.B. (Piano anti incendi boschivi) L. 353/2000
- P.T.R. (Piano Territoriale Regionale) L. 431/1985 (Galasso)
- S.I.R. (Sistema Informativo Regionale) D.L.gs 112/98 e D.Lgs. 152/99
- P.R.R. (Piano Regionale Rifiuti) D.Lgs. 267/00

Tutti con il presupposto di un rapporto di stretto coordinamento tra il livello regionale e le altre istituzioni competenti in materia.

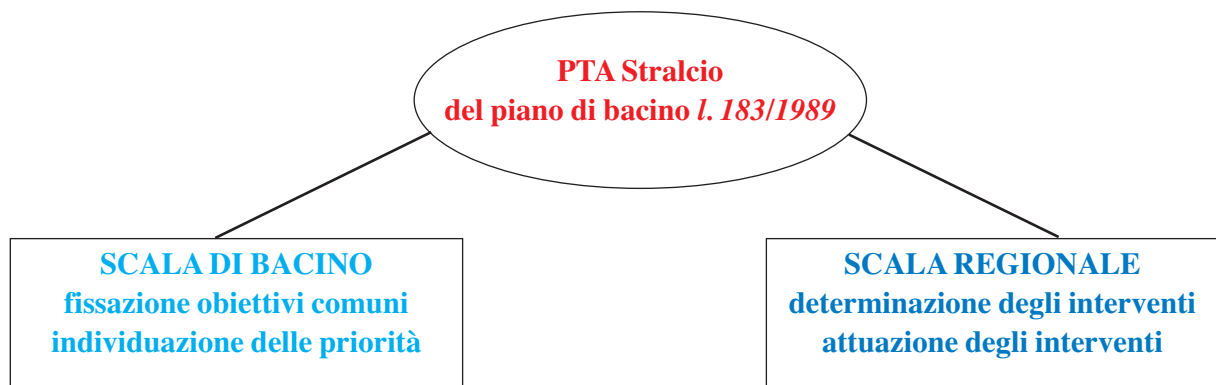
3.1.1 Il Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), disciplinato dall'Art.44 del D.Lvo n.152/99, costituisce piano stralcio di settore del piano di bacino ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della legge 18 maggio 1989 n. 183, e deve essere articolato secondo le specifiche indicate nell'allegato 4 del decreto stesso. Esso si pone nella gerarchia della pianificazione del territorio come un piano sovraordinato e questo dovrebbe facilitare il coordinamento con gli altri piani regionali ambientali e la conformità ai piani urbanistici. Esso è lo strumento in cui sono contenuti le misure e gli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità necessari alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Lo schema procedimentale scelto per l'approvazione del piano di tutela prevede tre momenti:

- a) la definizione di obiettivi e criteri generali da parte dell'Autorità di bacino (entro il 31.12.2001);
- b) la redazione dei piani di tutela da parte delle Regioni (entro il 31.12.2003);
- c) la formulazione del parere vincolante da parte delle Autorità di bacino e l'approvazione finale del piano da parte delle Regioni entro il 31.12.2004.

Il parere dell'Autorità di bacino non deve entrare nel merito delle scelte puntuali fatte dalle singole Regioni, ma deve verificare la coerenza generale dei diversi piani e la conformità degli stessi ai criteri e agli obiettivi definiti all'inizio dall'Autorità di Bacino. Questa divisione di competenze, che tiene conto dell'attuale impostazione normativa derivata dalla legge 183/89 sulla difesa del suolo, è tesa a salvaguardare le specificità dei due enti (più pianificatorio il primo, programmatico e soprattutto gestionale e operativo il secondo), assegnando il compito di redazione del piano e la definizione degli interventi alle Regioni.



Il PTA è lo strumento di integrazione unitario ed organico che *attraverso vincoli e interventi gestisce*:

- le risorse idriche con la protezione dello stato ecologico naturale e il funzionamento dell'ambiente acquatico
 - gli aspetti legati alla quantità e alla qualità delle acque
 - le acque superficiali con la gestione delle acque sotterranee
 - le azioni, come il controllo delle emissioni, con gli obiettivi ambientali
- prevedendo il coinvolgimento delle Province e delle Autorità d'Ambito in qualità di soggetti che dovranno trarre dal PTA le coordinate di riferimento della loro attività di pianificazione.

3.1.2 Il Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI), richiesto dalle leggi 267/98 e 365/00, si configura come stralcio funzionale del settore della pericolosità idraulica ed idrogeologica del Piano generale di bacino previsto dalla L. 183/89, che costituisce il principale strumento di un complesso sistema di pianificazione e programmazione finalizzato alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione della acque. Il Piano di Bacino si presenta quale mezzo operativo, normativo e di vincolo, diretto a stabilire la tipologia e le modalità degli interventi necessari a far fronte non solo alle problematiche idrogeologiche, ma anche ambientali, al fine della salvaguardia del territorio sia dal punto di vista fisico che dello sviluppo antropico. Esso traccia i criteri di azione e gli indirizzi cui devono attenersi gli operatori sul territorio, individuando le prescrizioni e le norme di intervento nel rispetto delle proprie finalità e principi. Di questo articolato processo di programmazione, il Piano stralcio di Assetto Idrogeologico rappresenta quindi un importante tassello teso ad assicurare la difesa del territorio dai dissesti dovuti a fenomeni di degrado geologico ed idraulico e contemporaneamente consentire la tutela degli aspetti ambientali e naturalistici ad essi connessi.

Questo strumento di pianificazione, attraverso criteri, indirizzi, norme ed interventi, consente di far fronte alle problematiche idrogeologiche compendiando le necessità di una riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio connesso, e di uno sviluppo antropico.

Dal punto di vista della sua strutturazione il PAI è costituito da un insieme di sistemi strettamente correlati tra loro mediante relazioni: il sistema delle conoscenze, il sistema delle analisi della pericolosità e del rischio e il sistema degli interventi, mentre le sue attività sono realizzate mediante procedure che perseguono gli obiettivi fondamentali propri del piano.

Esso intende fornire il quadro conoscitivo del sistema fisico del bacino; definire e quantificare le situazioni di degrado, in atto o potenziali, ricercando in particolare le cause che le determinano; individuare le opere necessarie a risolvere le diverse problematiche in relazione alla gravità ed estensio-

ne dei dissesti nonché formulare norme di salvaguardia che consentano un'efficace e positiva azione di governo del territorio e di difesa del suolo, impedendo l'aumento dell'esposizione al rischio, in termini quantitativi e qualitativi, delle persone, delle cose e del patrimonio ambientale.

Il PAI, in quanto premessa alle scelte di pianificazione territoriale, individua i meccanismi di azione, l'intensità e la localizzazione dei fenomeni estremi e, soprattutto, la loro interazione con il territorio che sarà classificato in livelli di pericolosità e di rischio.

3.1.3 Il Piano Regionale di Sviluppo Rurale

Il Piano Regionale di Sviluppo Rurale (PSR) documento di programmazione e di gestione del Fondo Europeo Agricolo di Orientamento e Garanzia, redatto dalle Regioni, si inserisce nelle linee programmatiche introdotte da "Agenda 2000" ed è attuativo del Reg. (CE) n. 1257/99 e del relativo regolamento di applicazione n. 1750/99.

L'obiettivo del documento programmatico è "il consolidamento dello sviluppo delle aree rurali", nel quadro di una crescita armonica dal punto di vista economico e sociale, nel rispetto di una logica attenta alla tutela ed alla valorizzazione delle risorse ambientali.

Esso è il principale strumento di programmazione e finanziamento per gli interventi nel settore agricolo, forestale e dello sviluppo rurale e opera sull'intero territorio regionale.

Le priorità individuate possono essere così riassunte;

- rafforzare la centralità dell'impresa e dell'azienda agricola nel processo di sviluppo rurale;
- sostenere le popolazioni e i sistemi territoriali rurali, sia in termini di fruibilità dei servizi che di offerta di opportunità per la realizzazione di un modello di sviluppo integrato e diversificato;
- garantire il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente.

3.1.4 Il Piano Anti Incendi Boschivi

Il "Piano regionale per la previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi" è previsto dalla legge n. 353 del 2000.

Le Regioni dovranno dotarsi del "Piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi". Tale Piano, sulla base delle direttive deliberate dai competenti organismi statali (e sottoposto a revisione annuale), dovrà individuare innanzitutto i periodi e le aree maggiormente interessate dal fenomeno con i connessi indici di pericolosità per la collettività ed inoltre le cause, le azioni determinanti e le aree incendiate nell'anno precedente. Il Piano dovrà programmare gli interventi di previsione e prevenzione degli incendi boschivi nonché i mezzi, gli strumenti e le risorse umane per far fronte al problema. Il Piano dovrà prevedere, infine, uno screening completo delle operazioni di "manutenzione" dei boschi e delle attività informative e formative delle popolazioni potenzialmente coinvolte.

I comuni, le province e le comunità montane, dal canto loro, dovranno attuare, "a cascata", le attribuzioni loro conferite dalle regioni.

Il presupposto teorico su cui si basa la pianificazione di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi fa riferimento all'approccio sistemico proposto dall'ecologia del paesaggio. In questi ultimi decenni le discipline scientifiche di base ed applicate hanno spesso collaborato in quanto la fruizione e la conservazione delle risorse si basa sulla conoscenza di modelli funzionali e strutturali di natura complessa alla cui definizione concorrono gruppi disciplinari diversi, integrati nella ricerca ecosistemica di linee di azioni capaci di ridurre il rischio di incendio e favorire un recupe-

ro correlato con la serie di vegetazione e l'unità di paesaggio locale.

L'opportunità è quella di far quindi riferimento alle direttive di interesse ambientale elaborate a scala europea e planetaria, tra cui la Direttiva Habitat, la Convenzione di Rio e la recente Direttiva sulla Conservazione dei Paesaggi Europei e ai regolamenti comunitari emanati al fine di proteggere le foreste della comunità contro gli incendi.

3.1.5 Il Piano Territoriale Regionale

Il Piano Territoriale Regionale (PTR) è lo strumento di programmazione con il quale la Regione delinea la strategia di sviluppo del territorio regionale definendo gli obiettivi per assicurare la coesione sociale, accrescere la qualità e l'efficienza del sistema territoriale e garantire la qualificazione e la valorizzazione delle risorse sociali ed ambientali.

Il PTR è predisposto in coerenza con le strategie europee e nazionali di sviluppo del territorio.

I valori paesaggistici, ambientali e culturali del territorio regionale sono oggetto di specifica considerazione nel Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) che è parte integrante del PTR.

Il PTR definisce indirizzi e direttive per pianificazioni di settore, per i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali (PTCP) e per gli strumenti della programmazione negoziata.

3.1.6 Il Sistema Informativo Regionale

I Sistemi Informativi Territoriali (SIT o GIS) possono essere definiti come:

“Sistemi informatizzati per l'acquisizione, la memorizzazione, il controllo, l'integrazione, l'elaborazione, l'analisi e la rappresentazione di dati che sono spazialmente riferiti alla superficie terrestre. [...] possono essere raffigurati attraverso una serie di strati differenti, che contengono ognuno dati con determinate caratteristiche. Questi strati informativi sono organizzati in modo da poter essere studiati e per eseguire analisi statistiche.” Association for Geographic Information-GIS Dictionary (<http://www.geo.ed.ac.uk/agidexe/term?271>) (Tale definizione, così come gli acronimi GIS e SIT, sono accolti univocamente nel contesto istituzionale italiano).

Essi sono molto utili come supporto alla pianificazione, alla gestione e alla ricerca e hanno innumerevoli applicazioni a partire dalla gestione del territorio fino ad arrivare all'archeologia e allo studio dell'ambiente.

La definizione, tra le definizioni, che appare più convincente è quella che comunque fa riferimento al ruolo della conoscenza condivisa dei fenomeni territoriali e ambientali, condizione base per usi efficienti ed equi ad essi relativi.

In tale prospettiva i Sistemi informativi territoriali rappresentano lo strumento specifico e ormai indispensabile. Per Sistemi informativi territoriali si può intendere quindi lo studio e il progetto della produzione, dell'organizzazione e dell'uso dei flussi di informazioni applicati alla gestione del territorio con l'ausilio delle nuove tecnologie.

Uno degli obiettivi dello sviluppo di una base dati è l'eliminazione di collezioni di dati ridondanti in modo da ottimizzare le prestazioni ed evitare i problemi di inconsistenza derivanti dalla duplicazione dei dati. D'altra parte, nei sistemi informativi precedenti all'adozione di database, i dati venivano tipicamente immagazzinati in collezioni legate ad un singolo progetto o individuo con conseguente ridondanza. Per questo motivo, quando si introduce un database all'interno di un sistema informativo, si tende a modificare il flusso ed il mantenimento dei dati, fino ad ottenere un database centralizzato a cui gli utenti possano accedere, eventualmente avendo visibile solo la parte di loro interesse. Que-

sto non soltanto riduce la ridondanza, ma migliora l'accuratezza dei dati e ci aiuta a capire quando un dato è usato da più utenti.

L'importanza di tale riorganizzazione è ancora maggiore nel caso dei SIT, in quanto l'enorme costo dell'acquisizione dei dati può portare allo sviluppo di un unico database per più unità dello stesso ente o per più enti, in modo da poter cooperare (sia in termini di spese che di conoscenze) per la creazione del sistema.

Concetto principe nella concezione, nella progettazione e nello sviluppo di un Sistema informativo territoriale è quello della «georeferenziazione», ossia della collocazione di un qualsivoglia oggetto su un preciso punto della superficie terrestre.

Il modello GIS associa biunivocamente oggetti con le relative proprietà geometriche-topologiche e geografiche ad un insieme di attributi qualitativi, consentendo una serie di elaborazioni specifiche che arricchiscono e articolano il contenuto informativo all'origine. Sono in grado cioè di estrarre informazioni dai dati, permettendo la rappresentazione e la spiegazione di fenomeni impliciti nella struttura dei dati.

A fronte delle suggestioni offerte dagli sviluppi della tecnologia integrata per il trattamento dei dati territoriali, il paesaggio delle pratiche correnti nella costruzione di Sistemi informativi territoriali è popolato da alcuni attori e da una miriade di applicazioni nei più diversi settori. Attore fondamentale è nel nostro Paese la Pubblica Amministrazione ai vari livelli, da quella centrale a quella periferica e in particolare il sistema degli uffici tecnici, diretti responsabili della gestione del territorio.

Il governo del territorio e dell'ambiente è deputato al sistema di norme e istituzioni prevalentemente pubbliche che di fatto esprimono una forte domanda di conoscenza sistematica su fenomeni e *trend* territoriali, anche in ragione della crescente evidenza della complessità di relazione tra territorio e modelli di conservazione o di sviluppo.

La complessità delle problematiche connesse alla gestione del territorio e dell'ambiente (sicurezza, qualità, efficienza) comporta una crescente domanda di conoscenze sullo stato e sulle trasformazioni del territorio stesso.

I Sistemi informativi territoriali, intesi come aggregato di risorse e di capacità progettuali, costituiscono in questa prospettiva lo strumento tecnologico e operativo di riferimento.

3.1.7 Il Piano Regionale Rifiuti

Ai sensi del Decreto Legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 (Decreto Ronchi) recante: «Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggi», modificato dal D.Lgs 152/2006, i principali strumenti di programmazione previsti sono: Piano regionale di gestione rifiuti, Piano provinciale di gestione rifiuti, Piano di settore per la riduzione, il riciclaggio, il recupero e la ottimizzazione dei flussi dei rifiuti, ?Programma generale di prevenzione e gestione degli imballaggi e dei rifiuti da imballaggio.

Il Piano regionale di gestione rifiuti è approvato dalla Regione, seguendo un iter che deve garantire la pubblicità e la partecipazione dei cittadini, dopo aver sentito le Province e i Comuni e per quanto riguarda I rifiuti urbani, le Autorità d'Ambito. Il Piano, finalizzato ad attivare le iniziative atte a promuovere la riduzione della quantità e la pericolosità dei rifiuti, in particolare prevede: le tipologie e gli impianti di smaltimento e recupero da realizzare in ambito regionale per garantire l'autosufficienza degli ambiti territoriali ottimali nel caso dei rifiuti urbani e lo smaltimento dei rifiuti speciali nelle località vicine a quelli di produzione; i criteri per l'individuazione delle aree idonee alla localizzazione degli impianti; le iniziative dirette e indirette per limitare la produzione dei rifiuti e favo-

rire il loro riutilizzo, riciclaggio e recupero; i tipi, le quantità e l'origine dei rifiuti da recuperare e smaltire. Il piano per la bonifica delle aree inquinate, si deve coordinare con gli strumenti di programmazione e pianificazione previsti dalla normativa.

Il quadro delle competenze affida alla Regione l'approvazione dei progetti di nuovi impianti per la gestione dei rifiuti, anche pericolosi; l'autorizzazione alle modifiche degli impianti esistenti, fatte salve le competenze statali; l'autorizzazione all'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero di rifiuti anche pericolosi non sottoponibili alle procedure semplificate; le attività in materia di spedizioni transfrontaliere dei rifiuti, anche pericolosi; la delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per la gestione degli RSU ed assimilati; la redazione di linee guida e criteri per la predisposizione e approvazione dei progetti di bonifica e di messa in sicurezza, nonché l'individuazione delle tipologie di progetti non soggetti ad autorizzazione; la specificazione dei contenuti della relazione da allegare alla comunicazione per le procedure semplificate di cui agli artt. 214, 215 e 216 del Decreto 152/2006; la definizione dei criteri per l'individuazione delle aree idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti; l'organizzazione delle attività di raccolta differenziata degli RSU e assimilati sulla base di ambiti territoriali ottimali.

3.1.8 Analisi delle siccità regionali

L'individuazione dell'ambito territoriale ("*regione*") sul quale procedere all'analisi delle siccità regionali deve essere effettuata, per ottenere risultati significativi, con particolare cura.

Per tenere conto della considerazione che la siccità non può essere percepita solo in rapporto alle vicende climatiche o idrologiche della regione, ma anche, e soprattutto, in rapporto alle sue conseguenze economiche e sociali, se cioè la siccità è una deficienza nelle disponibilità di risorse idriche di notevole entità e lunga durata che interessa un'ampia zona di una regione provocando significative conseguenze economiche e sociali (Guerrero e Yevjevich, 1975; Rossi, 1978), allora, nella definizione della "*regione*" occorre tener conto anche dei sistemi delle opere di utilizzazione delle risorse idriche e delle loro eventuali interconnessioni.

Quest'ultima esigenza non può certamente essere trascurata, anzi diventa prioritaria, quando lo studio delle siccità regionali è svolto soprattutto allo scopo di trarne informazioni utili alla loro previsione ed alla individuazione delle eventuali misure atte a fronteggiarle. Tuttavia essa non può restare l'unico criterio, perché altrimenti potrebbe accadere frequentemente che una manifestazione di siccità, restando suddivisa nella sua ampiezza territoriale fra più regioni, non venga riconosciuta come tale dal modello di identificazione.

In definitiva, l'individuazione degli ambiti territoriali sui quali procedere all'analisi delle siccità regionali deve essere condotta tenendo conto dei seguenti fattori:

- localizzazione sul territorio dei principali sistemi per l'utilizzazione delle risorse idriche comprendenti le opere più utili a fronteggiare le siccità, quali quelle per la regolazione delle risorse (serbatoi) e per il loro trasferimento a grande distanza (acquedotti di adduzione);
- ubicazione delle capacità di regolazione naturale delle risorse idriche;
- rispetto dell'unità dei bacini idrografici, che rappresentano gli elementi territoriali fondamentali nei quali si sviluppano le diverse fasi del ciclo idrologico;
- rispetto della presenza di zone omogenee per caratteristiche climatiche, ed in particolare dell'entità e distribuzione nell'anno delle precipitazioni;
- rispetto della presenza di zone omogenee per caratteristiche morfologiche, geologiche, pedologiche e di utilizzazione del suolo dei bacini.

In relazione ai requisiti sopra elencati potrebbe essere opportuno adottare, come ambito territoriale sul quale procedere all'analisi delle siccità regionali, l'area costituita da uno o più bacini idrografici contigui.

Come si è già detto, il Decreto Legislativo 152/99, all'articolo 20 prescrive alle Regioni ed alle Autorità di Bacino la verifica della "presenza nel territorio di competenza di aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione designate quali aree vulnerabili alla desertificazione" e per le aree così individuate "nell'ambito della pianificazione di bacino e della sua attuazione, sono adottate specifiche misure di tutela, secondo i criteri previsti nel piano d'azione nazionale di cui alla delibera CIPE del 22 dicembre 1998, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 39 del 17 febbraio 1999".

In base alle precedenti considerazioni, però, la materia acquisisce trasversalità rispetto alle attività inerenti la gestione del territorio, ecco che gli strumenti di pianificazione coinvolti possono essere più di uno all'interno della stessa Regione e relativi ciascuno ad un aspetto diverso del tema, senza riuscire a dare unitarietà di trattazione.

Comunque il PTA (Piano di Tutela delle Acque), rappresentando lo strumento di pianificazione territoriale a *scala di bacino idrografico*, che contemporaneamente al raggiungimento degli obiettivi di qualità, concorre a regolamentare l'uso della risorsa idrica, temperando la razionalizzazione dello sviluppo economico e sociale e la disponibilità idrica, risulta essere lo strumento più idoneo ad affrontare questi temi.

Inoltre il PTA, in quanto stralcio del Piano di Bacino, rappresenta lo strumento tecnico-normativo di sintesi dello stato di attuazione dei principali strumenti di pianificazione e programmazione su area vasta (Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali, Piani d'Ambito, Piani Paesistici Regionali, Piani dei Parchi, ecc.) e costituisce un tentativo di superare le difficoltà di coordinamento tra i vari strumenti di pianificazione in quanto rivolto ad una unità fisiografica costituita dal bacino idrografico e dal relativo sistema idrico integrato.

Ad una prima analisi dei PTA adottati, l'individuazione delle aree vulnerabili alla siccità e desertificazione risulta effettuata solo dalle Regioni Veneto ed Emilia Romagna.

3.1.8.1 Individuazione delle aree sensibili alla siccità - Emilia Romagna

La regione Emilia Romagna e le Autorità di Bacino territorialmente competenti, hanno individuato all'interno del Piano di Tutela delle Acque (approvato con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n°40 del 21 Dicembre 2005) ai sensi della delibera CIPE del 21/12/99, le aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e desertificazione designandole quali aree vulnerabili per le quali in base al comma 3 dell'art.20 del D.Lgs.152/99, devono essere adottate specifiche misure di tutela secondo i criteri di cui alla delibera CIPE del 22 dicembre 1988.

A tal fine sono stati raccolti, analizzati ed elaborati i documenti prodotti sia dalla Regione Emilia Romagna sia dalle Autorità di Bacino e restituite, a scala regionale e/o locale, le aree vulnerabili individuate, partendo dalla consapevolezza che tutta la regione è potenzialmente soggetta a fenomeni di siccità. Inoltre al fine di completare tale processo di individuazione, sono stati elaborati degli indici di siccità, climatologici, che hanno messo in evidenza le potenziali aree a rischio di "siccità" della regione.

Di seguito viene riportata la procedura utilizzata, presente nel paragrafo 1.3.3.2 del succitato Piano di Tutela delle Acque.

L'indice SPI (standardized precipitation index), sviluppato da McKee et al. (1993), ha lo scopo di

quantificare in che misura una locazione sia affetta da condizioni siccitose con riferimento a diverse scale temporali di 3, 6, 12 e 24 mesi per il periodo 1952-2000.

L'analisi dell'andamento temporale dell'indice SPI su un insieme di 19 punti di rilevamento della precipitazione, con disponibilità di serie storiche di dati mensili abbastanza rilevante, ha permesso una prima caratterizzazione climatica della siccità nella Regione Emilia Romagna.



Fig 1.III – Stazioni pluviometriche nella regione Emilia Romagna utilizzate per il calcolo del SPI

Tale distribuzione delle stazioni rende possibile un quadro d'insieme sulla regione abbastanza significativo e qualche informazione quantitativa sulla “regionalizzazione” del segnale, cioè sulla sua variabilità spaziale.

L'indice SPI, ha lo scopo di quantificare il deficit di precipitazione per diverse scale dei tempi, ognuna delle quali riflette l'impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua. L'umidità del suolo risponde alle anomalie di precipitazione su scale temporali brevi, mentre l'acqua nel sottosuolo, fiumi e invasi tende a rispondere su scale oggettivamente più lunghe.

In figura 2.III sono raffigurati gli andamenti temporali dell'indice SPI per l'intera regione, rispettivamente a 3, 6, 12 e 24 mesi.

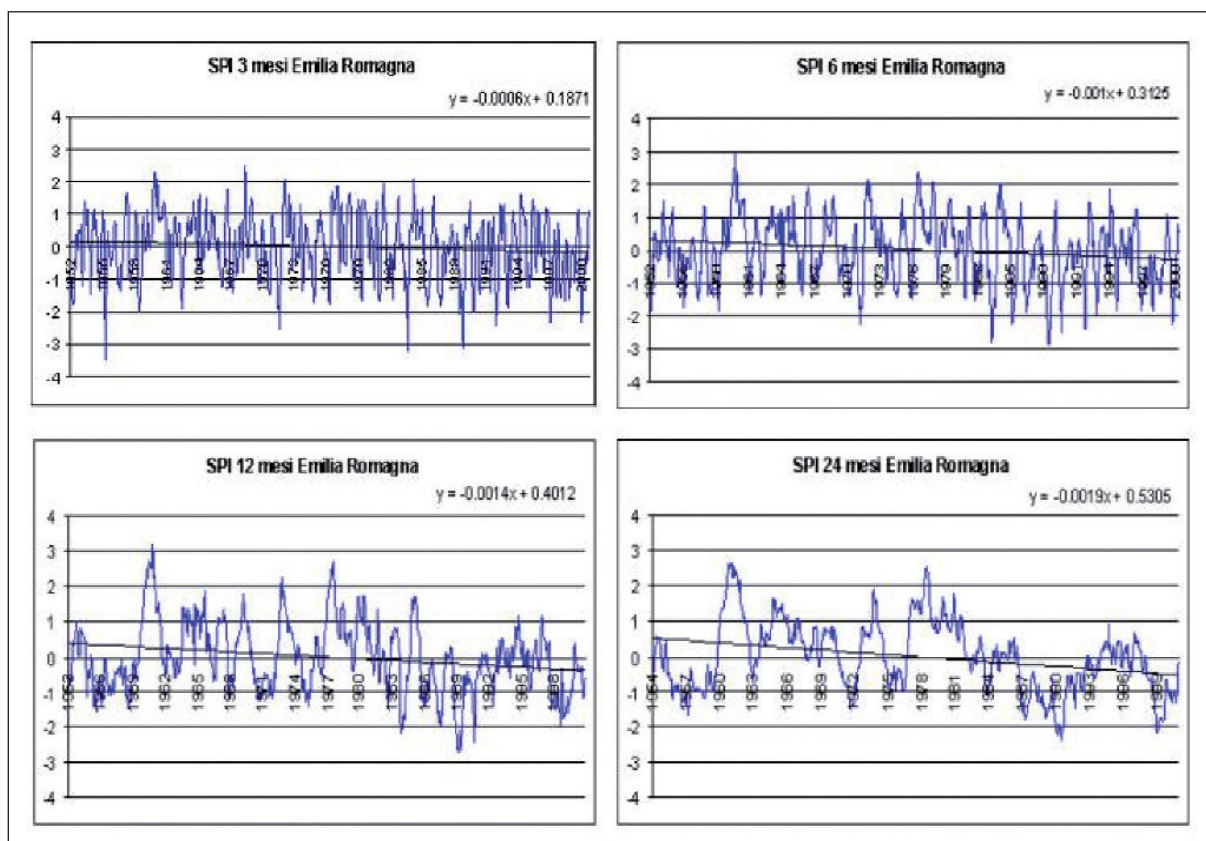


Fig 2.III - Andamento dell'indice SPI a 3, 6, 12 e 24 mesi sulla Regione Emilia Romagna

Si può notare come sia sempre evidente un trend negativo per tutti gli intervalli temporali e come tale segnale di diminuzione sia particolarmente accentuato per i periodi temporali più lunghi di 12 e 24 mesi.

Ciò denota una tendenza all'aumento della siccità di tipo "idrologica legata all'uso del suolo". I valori negativi dell'indice SPI rimangono quasi sempre nell'intervallo 0/-1 e raramente sono inferiori a -2, indicando con ciò qualche tendenza all'aumento di condizioni di moderata siccità, solo a tratti severa. È interessante notare (Figura 3.III) come l'andamento della frequenza degli eventi siccitosi sulla regione abbia subito una flessione in corrispondenza dei decenni 60-70 e 70-80 e mostri un nuovo aumento nei decenni 80-90 e 90-2000 durante i quali si riscontra una certa frequenza di eventi particolarmente siccitosi, caratterizzati da indici SPI inferiori a -2.

L'analisi spaziale del trend annuale dell'indice SPI (Figura 4.III-a) e (Figura 4.III-b) mostra come il segnale di trend sia pressoché uniforme sull'intera regione a tutte le scale temporali, ad esclusione solo della fascia sud-orientale dove, al contrario, si denota una qualche tendenza alla crescita dell'indice SPI. In particolare sulle aree centrali ed appenniniche si notano dei valori massimi del trend dell'ordine di -0.0035 unità SPI/anno.

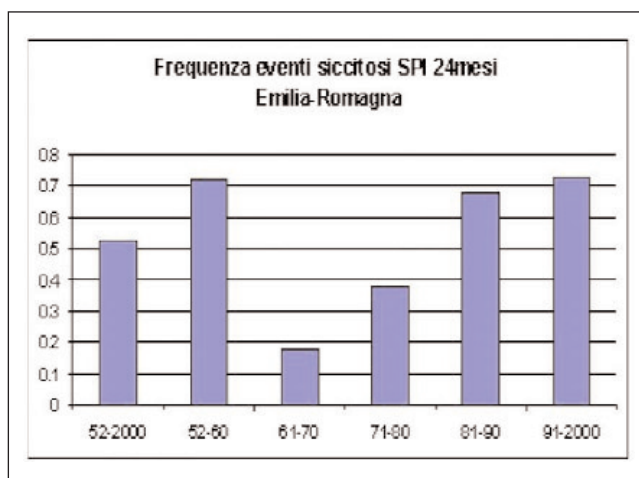


Fig 3.III - Frequenza eventi siccitosi a 24 mesi in Emilia Romagna

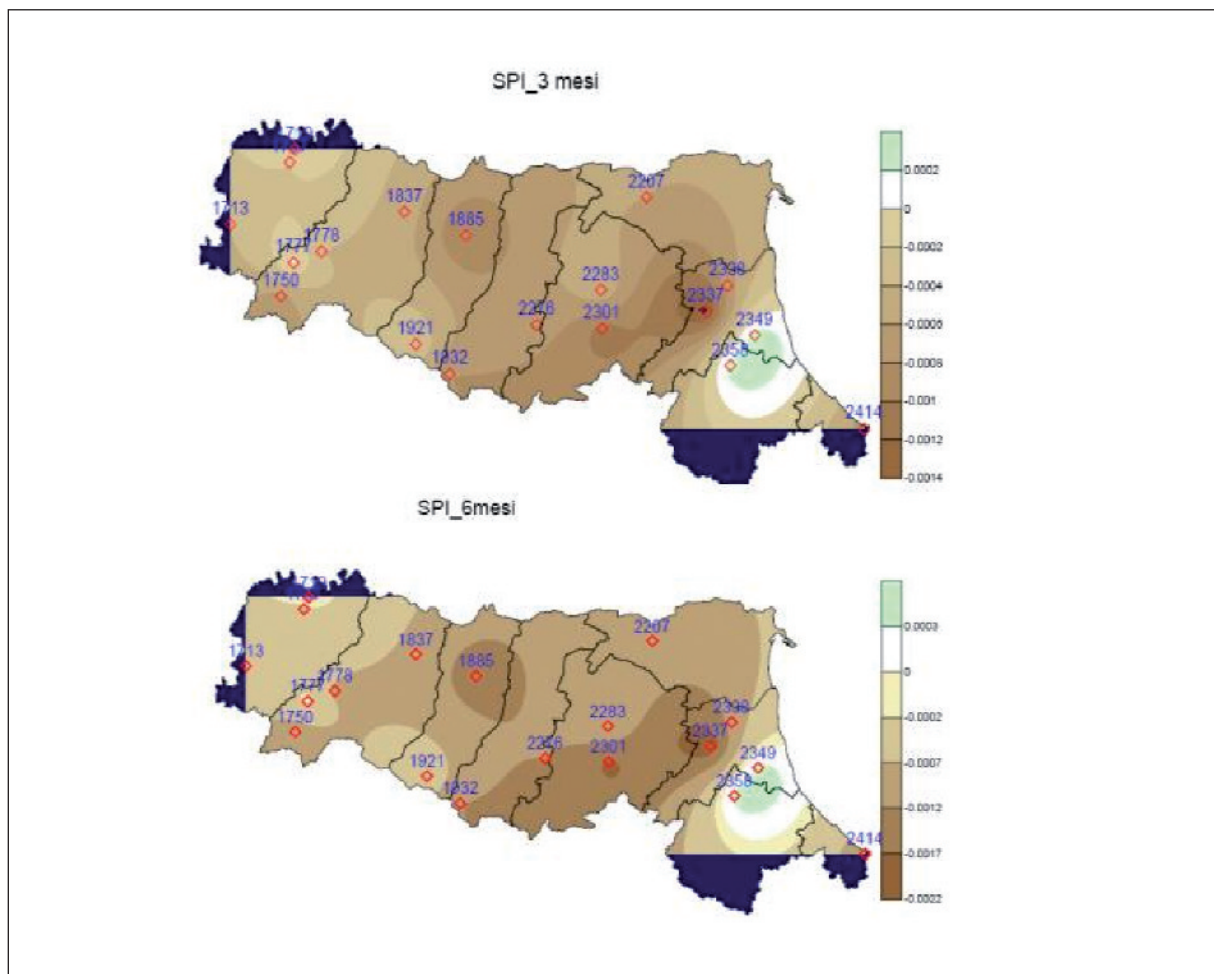


Fig 4.III-a Andamento spaziale dell'indice SPI a 3 e 6 mesi (i colori delle aree mostrano diversi valori dei trend, definito come variazione annua dell'indice SPI)

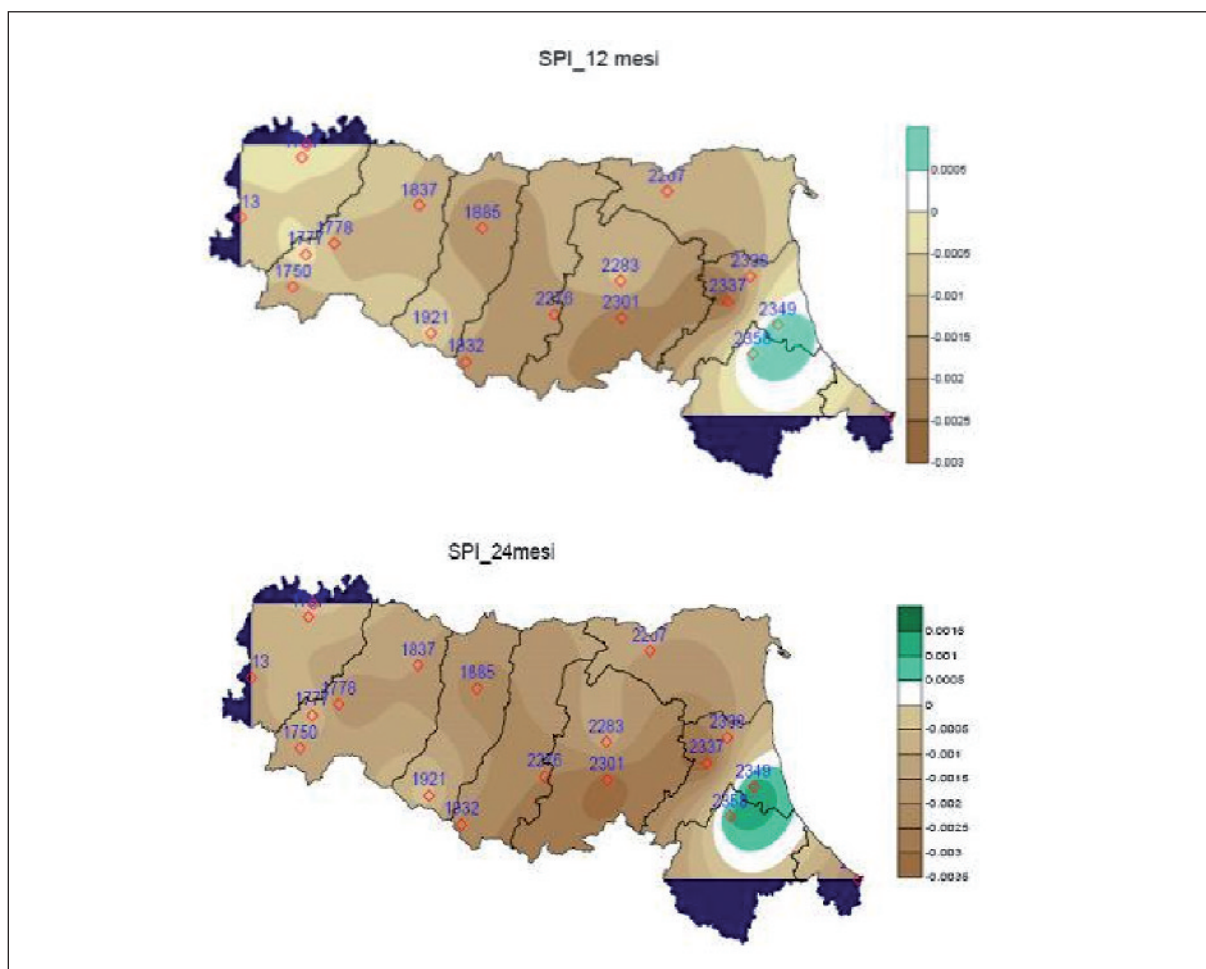


Fig 4.III-b Andamento spaziale dell'indice SPI a 12 e 24 mesi (i colori delle aree mostrano diversi valori dei trend, definito come variazione annua dell'indice SPI)

Aggiornamenti dell'indice SPI relativi al 2005 sono reperibili sul sito:
http://www.arpa.emr.it/ia_siccita/download/SPI_aggiornato_2005.pdf .

L'indice è stato calcolato su un insieme di 80 stazioni, partendo dai dati giornalieri che coprono il periodo 1961-2005.

BIBLIOGRAFIA

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Catania - "Monitoraggio Idrometeorologico per la Previsione della Siccità" - Atti della Conferenza Internazionale "Siccità: Monitoraggio, Mitigazione, effetti", - Villasimius, 21-23 Settembre 2000. Convegno promosso nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Interreg II "Assetto del territorio e lotta contro la siccità".

Sutera A., Bordi I.- "Monitoring drought in Italy."- Atti della Conferenza Internazionale "Siccità: Monitoraggio, Mitigazione, effetti", - Villasimius, 21-23 Settembre 2000. Convegno promosso nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Interreg II C "Assetto del territorio e lotta contro la siccità".

Presidenza del Consiglio dei Ministri-DSTN - Atti del Workshop "Territorial Planning and coping with effects of drought"- Taormina, Italia, 3-5 Giugno 1999 –EC PIC INTERREG IIC –Editors G.Batini,G.Rossi, M.Benedini, G.Monacelli- 2000.

APAT - "Drought: Monitoring, Mitigation, Effects"- Atti della Conferenza Internazionale "Siccità: Monitoraggio, Mitigazione, effetti", - Villasimius, 21-23 Settembre 2000. Convegno promosso nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Interreg II "Assetto del territorio e lotta contro la siccità". – Editors G.Monacelli, E.Giusta – Ed.IPZS S.p.A. Roma 2004- 0005491.

Ministero Infrastrutture e Trasporti - "Siccità- La tutela della risorsa idrica nel Mezzogiorno" –EC PIC INTERREG IIC–Editors G.Pineschi,L.Santarossa –Ed. Gangemi S.p.A. 2005 –ISBN 88-4920755-7.

CIHEAM/MAIB - "Food Security under Water Scarcity in the Middle East: problems and solutions"- Editors A.Hamdy,R.Monti – Options méditerranéennes Series A: Mediterranean Seminars N.65 – 2005–ISBN 2-85352-316-0.

WMO - Tenth Session of Working Group on Hydrology Regional Association VI (EUROPE) - "Drought within the context of the Region VI - WDI, the water and drought index"- Monacelli G., Galluccio M. C., Abbafati M - 2005 .

Monacelli G. – "Integrated system for the monitoring and forecasting of drought events and desertification phenomena, providing appropriate measures for impacts mitigation and water resources usage planning" – International Forum on "Food security under water scarcity in the middle est: Problems and solutions – SEMIDE - Como 24/27 Novembre 2004.

Luciano Capobianco – "Prime riflessioni sul tema degli ATO e del Piano di Tutela delle acque in Campania" – Atti del Convegno "L'interesse pubblico e il governo dell'acqua" – SUDGEST - Napoli 10 Maggio 2004.

Aldo Leo – "Il ruolo svolto dalle Regioni in materia di pianificazione" – CNLSD –Comitato

Nazionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione - Atti della I Conferenza Interregionale su Siccità e Desertificazione - Maratea 22-24 luglio 2004.

Luigi Di Prinzio - "Sistemi informativi geografici" - Università IUAV di Venezia.

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Catania – "Drought Preparedness and Mitigation in the Mediterranean: Analysis of the Organizations and Institutions" - Programma Comunitario INTERREG III B MEDOCC – Progetto SEDEMED II : Sécheresse et Désertification dans le Bassin Méditerranée – Atti della convenzione del 02/11/04 con l'Ufficio Idrografico Regionale(Presidenza della Regione Siciliana), Studi e ricerche nell'ambito del progetto SEDEMED II Relazione finale, Catania, giugno 2006.

Commissione Europea DG Environment- MED Joint Process WFD/EUWI- Water ScarcityDrafting Group – " Water Scarcity Management In The Context Of WFD".

Medroplan - Options méditerranéennes – "Drought Preparedness and Mitigation in the Mediterranean: Analysis of the Organizations and Institutions" – Risultati della ricerca portata a termine all'interno di MEDROPLAN–EC (MEDA Water), contratto n°ME8/AIDCO/2001/0515/59770 – P027 dell' Euro–Mediterranean Regional Programme for Local Water Management of the European Commission - Editors A. Iglesias, M. Moneo - 2005.

Ministero dello Sviluppo Economico - Dipartimento per le Politiche di Sviluppo e di Coesione – "Quadro Strategico Nazionale per la politica regionale di sviluppo 2007-2013".

Ministero dello Sviluppo Economico - Gruppo di Lavoro Risorse Idriche e sviluppo rurale- "Programmazione Sviluppo Rurale 2007-2013, contributo tematico alla stesura del Piano Strategico Nazionale".

EU report n° 21553 - "Climate Change and the European Water Dimensions" - 2005.

EstrelaTeodoro, Manuel Menéndez, Mirta Dimas and Concepción Marcuello, CEDEX; Gwyn Rees and Gwyneth Cole, IH; Karin Weber and Johannes Grath, AWW; Jennifer Leonard, IOW; Niels Bering Ovesen, NERI; János Fehér, Vituki Consult, PTL/IW. EEA – Environmental issue report n° 21 – Sustainable water use in Europe. Part 3: "Extreme hydrological events: floods and droughts" - 2001.

FAO – Water reports, 23 – "Review of World Water Resources by Country" – Roma, 2003.

UNEP – "Environmental Emergencies News" – Issue 2 February 2004.

UNEP/DEWA ~ Europe – "Freshwater in Europe" – Facts, Figures and Maps – 2004.

Vlachos, E.C. – "Drought Water Management." Fort Collins: International School for Water Resource - 1990.

-
- Wilhite, D.A., and M.H. Glantz - "Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions" - *Water International* 10:111-120 - 1985.
- Wilhite, D.A., and W.E. Easterling - "Planning for Drought: Toward a Reduction of Societal Vulnerability" - Westview Press, Boulder, Colorado - 1987.
- Wilhite, D.A. - "A Methodology for Drought Preparedness" - *Natural Hazards* 13:229-252 – 1996.
- Wilhite, D.A. and D.A. Wood - "Drought Management in a Changing West: New Directions for Water Policy" - IDIC Technical Report 94-1, International Drought Information Center, University of Nebraska-Lincoln - 1994.
- Comitato per la Vigilanza sull'Uso delle Risorse Idriche – "Relazione Annuale al Parlamento sullo Stato dei Servizi Idrici" - Anno 2005.
- Osservatorio Prezzi e tariffe di Cittadinanzattiva – "Cittadini che contano, rilevazione civica dei prezzi e delle tariffe dei servizi di pubblica utilità" - 2004/2005.
- FEEM - MULINO DSS – "Multi Sectorial, Integrated and Operational Decision Support System for Sustainable Use of Water Resources at the Catchment Scale"; project founded by Commission of the European Communities – Directorate General Research – Energy, Environment and Sustainable Development
- Rossi G., Benedini M., Tsakiris G. e Giakoumakis S. – "On regional drought estimation and analysis, *Water Resources Management*", vol. 6 – 1992, pp. 249-277.
- Rossi G. - "Drought Mitigation Measures: a Comprehensive Framework", in Vogt J.V. e Somma F. (eds.), "Drought and Drought Mitigation", Kluwer Academic Publishers - 2000 pp. 233-246.
- Rossi, G., Cancelliere, A. - "Early warning of drought: development of a drought bulletin for Sicily" - 2nd International Conference "New trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-compatible Solutions for Aquatic Environments" - Capri, 24-28 giugno 2000, pp. 1-12.
- Presidenza della Regione Sicilia – Atti finali del Progetto SEDEMED II : Sécheresse et Désertification dans le Bassin Méditerranée - Programma Comunitario INTERREG III B MEDOCC – 2004/2006.
- C. Ronchi, A. Vargiu, R. Pelosini, A. Salandin, D. Rabuffetti, S. Barbero – ARPA Piemonte, Area Previsione e Monitoraggio Ambientale – "Il Bollettino Idrologico Regionale del Piemonte per il supporto al monitoraggio e alla gestione della risorsa idrica." - Atti finali del Progetto SEDEMED II : Sécheresse et Désertification dans le Bassin Méditerranée - Programma Comunitario INTERREG III B MEDOCC – 2004/2006.

Decreto Legislativo 12 giugno 2003 n° 185 - GU n. 169 del 23-7-2003

Decreto Legislativo 28 luglio 2004 – G. U. n. 268 del 15-11-2004

Decreto Legislativo 3 aprile 2006 – G.U. n.88 del 14-04-2006 – Supplemento Ordinario n°96

Siti WEB

<http://www.arpa.emr.it/siccita/Osservatorio.htm>

<http://www.gazzettaufficiale.it/>

<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/webpub/scarcity.htm>

<http://www.apat.it/>

<http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm>

<http://dmc.engr.wisc.edu/courses/hazards/BB02-07.html>

<http://library.thinkquest.org/C003603/english/droughts/causesofdroughts.shtml>

<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/drought/>

<http://www.thewaterpage.com/drghtwater.htm>

<http://romatm13.phys.uniroma1.it/siccita/index.html>

www.regione.sardegna.it/confsicita/

<http://www.unep.org/DEPI/PDF/EEsnewsletterissue2.pdf>

http://www.grid.unep.ch/product/publication/freshwater_europe/consumption.php

http://natural-hazards.jrc.it/activities_droughts.html

<http://library.thinkquest.org/C003603/english/droughts/causesofdroughts.shtml>

<http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm>

<http://www.drought.unl.edu/whatis/predict.htm>

MEDROPLAN, 2003. Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning

(<http://www.iamz.ciheam.org/medroplan>)

National Drought Mitigation Center

(<http://drought.unl.edu>)

<http://www.minambiente.it/st/Ministero.aspx?doc=ministero/comitaticsi/ridriche/comitato.xml>

<http://www.cittadinanzattiva.it/content/view/274/212/>

Comitato Interministeriale per la programmazione Economica

<http://www.cipecomitato.it/>

International Commission on Irrigation and Drainage

<http://www.icid.org>

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)

http://www.oecd.org/home/0,2987,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html

<http://www.ermesambiente.it/PianoTutelaAcque/>

http://www.comdel.it/documenti_pub.asp

<http://siti.feem.it/mulino/>

<http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Bollettini/bollidromensile.pdf>

<http://www.uirsicilia.it/>

<http://www.protezionecivilecalabria.it/index.asp?osservatorio>

