

CAMBIAMENTI CLIMATICI E GESTIONE DELLE ACQUE

Antonio R. Di Santo^(1,2), Umberto Fratino^(1,2), Vito Iacobellis^(1,2)⁽¹⁾Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica - Politecnico di Bari⁽²⁾Autorità di Bacino della Puglia

SOMMARIO

La nota tratta del rapporto tra risorsa idrica ed effetti potenzialmente indotti dal cambiamento climatico ponendo in evidenza la necessità di approcciare tale tema con valutazioni analitiche e sperimentali che abbiano il rigore scientifico che l'importanza dell'argomento impone. Qualche approfondimento viene presentato con particolare attenzione al contesto climatico mediterraneo della Puglia, nel quale la risorsa idrica rappresenta da sempre un fattore limitante allo sviluppo. Tali considerazioni forniscono importanti spunti di riflessione in merito alla complessa valutazione dei potenziali effetti determinati dai possibili cambiamenti climatici in atto in tema di gestione della risorsa idrica. Pur nella elevata incertezza associabile all'analisi dei processi fisici ed alla loro previsione, il ruolo degli organi di pianificazione e controllo appare decisivo sia nella corretta quantificazione dei rischi associati all'occorrenza di eventi estremi sia nella definizione di futuribili scenari di trasformazione territoriale e nella programmazione di ipotesi di sviluppo socio economico che vedano la "gestione sostenibile delle risorse idriche" quale condizione inderogabile.

1. INTRODUZIONE

La corretta valutazione degli effetti determinati dall'occorrenza di possibili cambiamenti climatici, a scala globale e/o locale, sul ciclo naturale delle acque e di conseguenza sulla gestione delle stesse, individua percorsi di analisi e di definizione del rischio associato che appaiono ancora di indubbia complessità e di ardua quantificazione.

Le conseguenze prodotte dal mutamento climatico sul bilancio idrologico, siano esse tali da produrre volumi idrici in eccesso (aumentata frequenza ed intensità degli eventi pluviometrici massimi) ovvero in difetto (prolungate assenze di precipitazione e/o accentuata carenza di disponibilità idrica), coinvolgono aspetti economici e sociali certamente rilevanti, che assumono complessità maggiore qualora riferiti ad un contesto, quale quello mediterraneo, nel quale la risorsa idrica rappresenta da sempre un fattore limitante allo sviluppo. D'altra parte, le continue sollecitazioni che provengono, per lo più da ambiti marginali, se non addirittura esterni, al mondo scientifico internazionale impongono una seria riflessione sul ruolo che i ricercatori devono svolgere in tale contesto per fornire una risposta oggettiva, piuttosto che credibile, alle richieste della società.

Al solo scopo di delineare la dimensione della sfida che attende il mondo scientifico nel prossimo futuro si citano, a titolo di esempio, le conclusioni della recente conferenza romana sui cambiamenti climatici (AA.VV., 2007), la nuova direttiva allu-

vioni di recente approvazione presso il Parlamento Europeo (EP & EC, 2007), che al capo II art. 4 comma 2 recita testualmente "sulla base delle informazioni disponibili o di quelle facili da ottenere, quali i dati registrati e gli studi sugli sviluppi a lungo termine, tra cui in particolare le conseguenze del cambiamento climatico sul verificarsi delle alluvioni, una valutazione preliminare del rischio di alluvioni è effettuata per fornire una valutazione dei rischi potenziali" e quanto riportato nel draft del terzo *World Water Assessment Report* (UNESCO IHP, 2007), che pone tra i sette temi focali per il raggiungimento dei *Millennium Development Goals* quello del "Climate Change and Water". Le questioni poste in tali documenti trovano oggi la comunità scientifica ancora impreparata a fornire risposte adeguate alle aspettative, a meno che ad esse non si intenda ottemperare utilizzando i contenuti propri della *scienza olistica*, cioè del solo principio di emergenza nell'applicare il metodo scientifico, il che evidentemente contrasta con il rigore metodologico e l'autorevolezza scientifica che il metodo analitico necessita. È ormai universalmente riconosciuto come solo nella definizione delle componenti e nell'analisi disgiunta delle loro proprietà risieda l'unico approccio fisicamente basato nell'interpretazione dei sistemi complessi. Da tale riflessione consegue, onde evitare la marginalizzazione della scienza a favore della stregoneria scientifica, la necessità di affrontare i temi del cambiamento climatico, sia a scala planetaria sia regionale, con rin-



novata e proficua attenzione, fornendo agli stessi ogni risposta e ponendo, nel contempo, sul tavolo della discussione tutti i dubbi e gli interrogativi che il tema propone.

In questo senso, pur nella consapevolezza delle difficoltà connesse all'individuazione di approcci e procedure scientificamente attendibili, compatibili con una base campionaria di dimensioni ridotte, appare doveroso operare una proposta che riconduca il tema nella forma di "science and technical questions" in modo che il processo interpretativo raccolga un consenso ampio da parte di tutti i soggetti coinvolti (Castelli, 2008).

2. STATO DELLE CONOSCENZE

Le conclusioni della recente conferenza nazionale sui cambiamenti climatici di Roma (AA.VV., 2007) e le indicazioni contenute nel Fourth Assessment Report (IPCC, 2007) elaborato di recente dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) destano indubbiamente preoccupazione. La gran parte dell'aumento delle temperature rilevato nell'ultimo secolo (circa 0.74 °C) è concentrata in un periodo compreso tra il 1970 e oggi, quando le emissioni di gas serra sono aumentate di quasi il 70%; nel contempo, si è osservato un aumento annuo del livello medio del mare di circa 3 mm, la riduzione dei ghiacciai polari e montani, soprattutto nell'emisfero nord, ove si sono raggiunti valori prossimi al 25%, l'aumento di frequenza delle ondate di calore estivo, degli eventi pluviometrici estremi e della distruttività dei cicloni (figura 1).

Tali dati hanno suscitato un ampio ed articolato dibattito all'interno della comunità scientifica internazionale e, benché a molte valutazioni non corrisponda un'analisi scientificamente condivisa, un dato appare inequivocabile: il sovrasfruttamento delle risorse naturali, anche in virtù del peso demografico, ha raggiunto un livello critico, prossimo al punto di non ritorno, per cui urge l'adozione di strategie di mitigazione che, dalla più volte proclamata fase di impegno, si traducano in azione.

Ad ogni buon conto, merita tuttavia di essere evidenziato come, ad oggi, non esista alcuna dimostrazione scientifica di una relazione causa-effetto tra l'inequivocabile aumento della concentrazione di gas serra (figura 2) e una qualunque grandezza direttamente connessa al ciclo idrologico; si cita a tal proposito quanto testualmente riportato nell'ultimo documento a cura dell'IPCC (IPCC, 2007): "There is still substantial uncertainty in trends of hydrological variables because of large regional diffe-

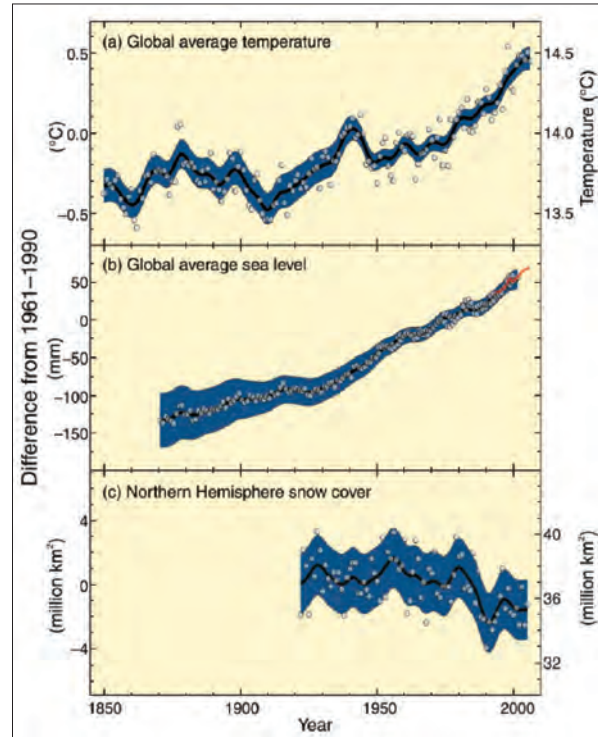


Figura 1 - Variazioni di temperatura media, livello medio mare e copertura nevosa nell'Emisfero Nord nel periodo 1961-1990 (IPCC, 2007)

rences, and because of limitations in the spatial and temporal coverage of monitoring networks (Huntington, 2006). At present, documenting interannual variations and trends in precipitation over the oceans remains a challenge".

Può quindi accadere che ogni affermazione rimanga, in virtù delle poche informazioni disponibili, una mera ipotesi scientifica che si scontra da un lato con la difficoltà di relazionare quanto osservato ai fenomeni di oscillazione naturale del clima (figura 3) e dall'altro con la necessità di definire scenari futuri aventi complessità crescente al diminuire della scala territoriale di riferimento (*downscaling*). Va quindi fornito maggior supporto teorico-sperimentale ai risultati derivanti dall'applicazione di modelli interpretativi ideati a scala globale ed applicati su realtà territoriali piccole e caratterizzate da grandezze ambientali e morfologiche peculiari che hanno un ruolo fondamentale nella definizione del processo fisico (figura 4). Alla luce di quanto sopra descritto, appare quindi corretto cercare di comprendere, in via preliminare, se e in che misura l'informazione idrologica disponibile consenta di elaborare, a scala locale e regionale, nuovi e potenziali scenari evolutivi al fine di poter criticamente confrontare tali indicazioni con quelle rese disponibili

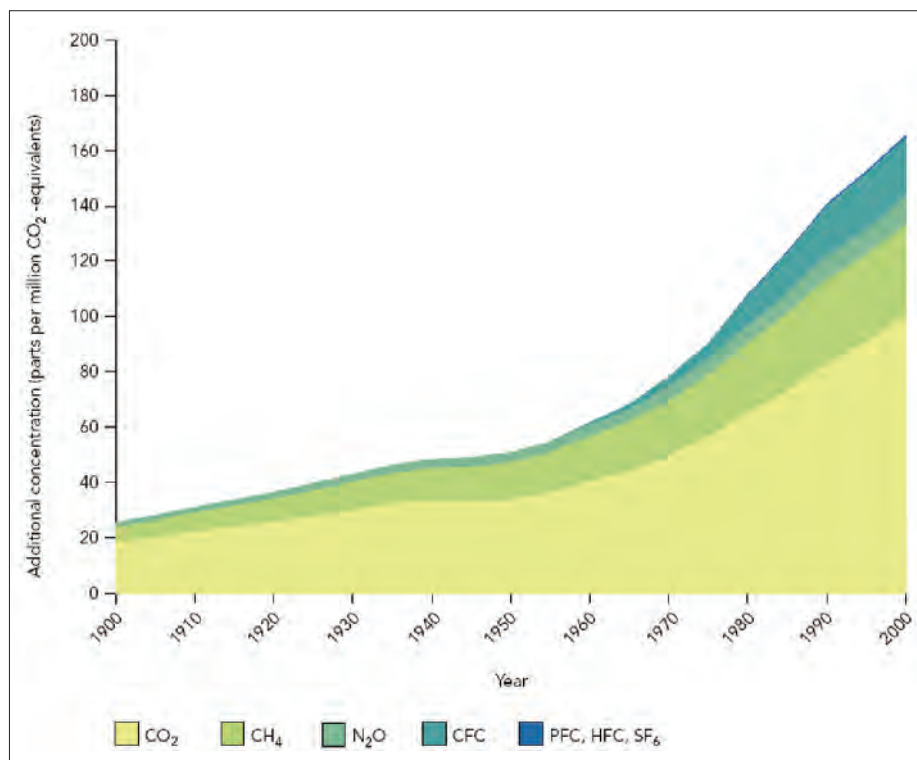


Figura 2 - Variazione di concentrazione dei gas serra nel periodo 1900-2000 (IPCC, 2001)

su scenari territoriali ampi e di verificare l'efficacia delle metodologie e dei parametri tradizionalmente adoperati a tal fine. Allo scopo si è quindi sviluppata l'analisi con riferimento al solo territorio pugliese, cercando di esaminare il comportamento di alcune semplici variabili idrologiche (piogge e portate giornaliere osservate) in modo da ricavare indicazioni in merito sia alla possibile mutata frequenza di accadimento degli eventi estremi (piene e magre idrologiche), sia agli effetti che mutate condizioni climatiche possono indurre sul bilancio idrico regionale.

3. REGIONE PUGLIA: ACQUA IN PIÙ O IN MENO?

Al fine di meglio definire le implicazioni derivanti dalla presenza di possibili cambiamenti climatici sul territorio pugliese sono stati analizzati, sia pur in modo semplice e sintetico, i dati idrologici disponibili in modo da verificare se essi possano fornire indicazioni utili alla quantificazione del fenomeno, sia con riferimento all'occorrenza di volumi idrici in eccesso (acqua "in più") sia in difetto (acqua "in meno"). Per tale applicazione si sono presi in considerazione sia alcuni eventi pluviometrici estremi sia i dati di deflusso giornaliero osservati nell'ultimo trentennio.

In particolare, con riferimento agli aspetti connessi all'occorrenza di eventi pluviometrici estremi,

si è operata una verifica circa l'affidabilità dei risultati derivanti dall'applicazione delle tecniche di regionalizzazione dell'informazione pluviometrica per la stima delle precipitazioni massime. Tali procedure, ampiamente consolidate anche in ambito tecnico, consentono di ottimizzare l'informazione idrologica, in quanto trascurano la sua variabilità spaziale, che non è distinguibile da quella campionaria, a vantaggio del contenimento della incertezza nella stima di medio e lungo periodo. Come ampiamente noto, tali tecniche possono avvalersi di distribuzioni di probabilità a più di due parametri quali la TCEV (distribuzione dei valori estremi a due componenti, Rossi *et al.*, 1984) con il fine di rappresentare, all'interno della serie campionaria dei massimi annuali, la presenza di una componente straordinaria, determinata dalla presenza degli "outliers", che origina la cosiddetta "condizione di separazione" associata all'osservazione di elevati valori del coefficiente di asimmetria delle serie storiche.

L'analisi condotta ha preso origine dalle valutazioni condotte sul territorio pugliese nell'ambito della redazione del progetto VA.PI. Puglia (Claps *et al.*, 1994, Castorani e Iacobellis, 2001), introducendo, nella serie storica utilizzata per tale stima, anche i dati pluviometrici che, nel 2003 e nel 2005, hanno prodotto significativi eventi di piena nei bacini idrografici dell'arco jonico tarantino. Tali

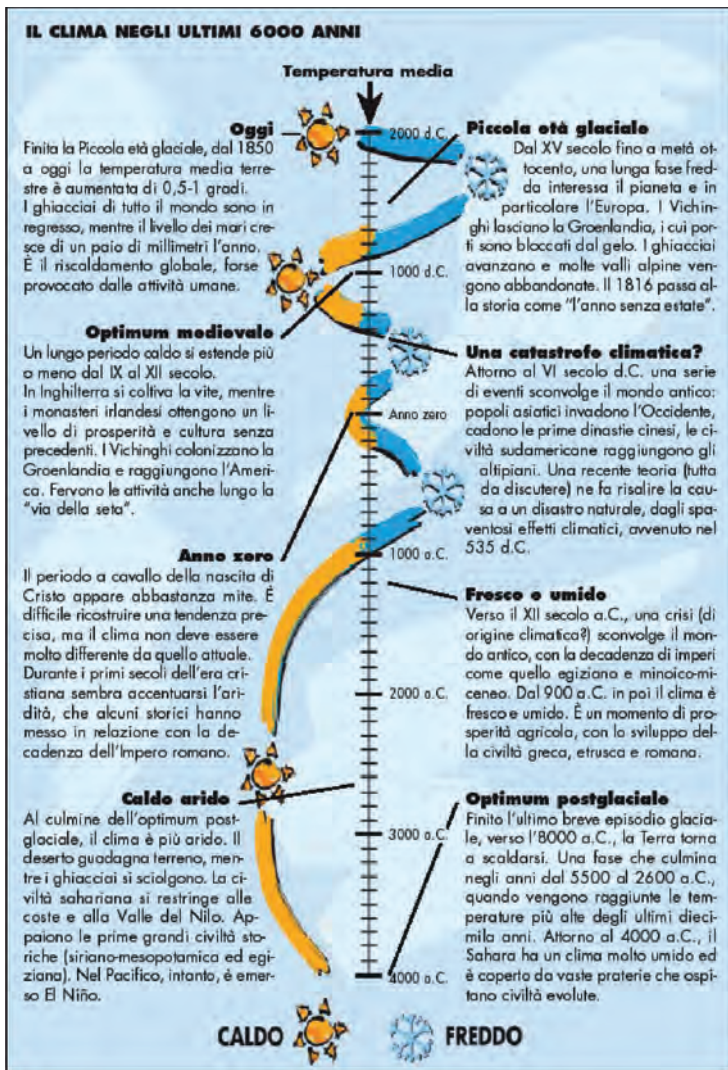


Figura 3 - L'oscillazione naturale del clima (ENEA, 2002)

dati, sintetizzati in tabella 2, si riferiscono alle registrazioni ai pluviografi delle stazioni di Castellaneta, Massafra e Masseria Chianchiarello in corrispondenza degli eventi del 08/09/2003 e del 07/10/2005 e sono stati utilizzati per verificare la loro rappresentabilità sulla curva di crescita, rappresentativa della distribuzione di probabilità delle variabili casuali rese adimensionali tramite rapporto con la rispettiva media locale (fattore di crescita). Il risultato ottenuto è rappresentato in figura 5 nella quale in rosso sono identificati i dati riferiti agli eventi pluviometrici ultimi. Appare evidente come i nuovi dati, pur individuando, in quattro casi, valori elevati del tempo di ritorno associato, siano coerenti con la previsione statistica, a dimostrazione dell'affidabilità dell'approccio utilizzato che appare statisticamente robusto. Appare tuttavia necessario evidenziare come l'occorrenza di tali eventi abbia determinato un significativo incremento, circa pari al 13%, del valore medio atteso delle precipitazioni giornaliere massime annuali, il che potrebbe suggerire una variazione, seppur modesta, nella definizione dei limiti territoriali delle regioni omogenee al terzo livello di regionalizzazione. Si può peraltro osservare che tale analisi non è inficiata da ovvie considerazioni



Figura 4 - Il downscaling nella modellistica idrologica (Rosso, 2007)



Distribuzione oraria della precipitazione giornaliera (in mm) nelle 24 ore							
dalle ore	alle ore	08/09/2003			07/10/2005		
0	1	-	-	-	4.8	-	-
1	2	-	-	-	8.2	-	2.2
2	3	-	-	-	21.4	0.2	1.2
3	4	-	-	-	2.6	1	5.4
4	5	-	-	-	-	-	0.2
5	6	0.8	1.2	-	0.4	-	-
6	7	0.2	3.2	-	0.8	0.2	2
7	8	0.4	38.2	-	20.6	0.2	2.6
8	9	1.8	28.6	23.4	2.6	31.2	24.8
9	10	69.2	32.4	13.4	2.8	26	8.8
10	11	12.6	23.6	20.6	2.8	49.8	24.8
11	12	142.2	15.2	25.8	-	34.6	3.6
12	13	8.4	7.4	35.6	0.2	24.6	7.6
13	14	5.8	5	41	0.8	6.4	2.6
14	15	2.8	2.2	4	2.6	-	4.8
15	16	-	0.2	0.2	0.2	-	0.4
16	17	-	-	-	0.8	-	-
17	18	-	-	-	0.2	6	1.4
18	19	-	-	-	0.6	8.2	1.9
19	20	-	-	-	0.2	5.2	3.4
20	21	-	-	-	0.2	0.4	0.2
21	22	-	-	-	3.8	2.6	0.4
22	23	-	-	-	-	0.2	0.2
23	24	-	-	-	0.2	0.2	1.4
Totale giornaliero		244.2	223.8	164	76.8	197	117

Tabella 1 - Eventi pluviometrici del 2003 e del 2005 in provincia di Taranto.

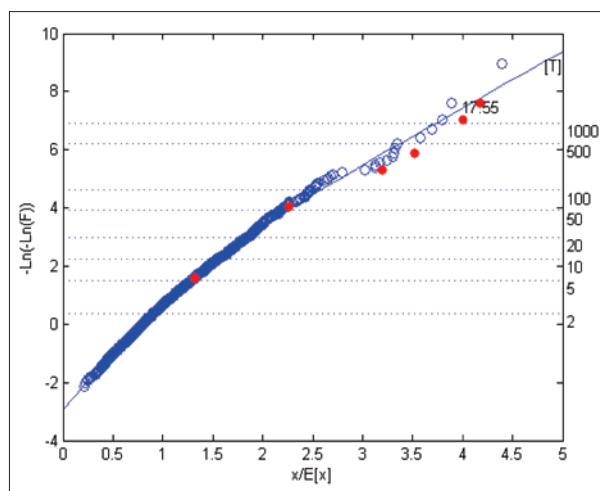


Figura 5 - Eventi pluviometrici del 2003 e del 2005 in provincia di Taranto. Adattamento alla curva del fattore di crescita

sulla dipendenza reciproca delle misurazioni riportate che si riferiscono, come evidente, ad eventi contestualmente registrati in siti tra loro relativamente vicini.

Se tali considerazioni appaiono confortanti, se non altro sul piano dell'affidabilità degli strumenti

disponibili nella previsione di medio e lungo termine, appare, per altro verso, interessante e foriero di importanti risultati, lo sforzo che la Protezione Civile Nazionale, con l'ausilio delle sedi regionali ed il contributo del mondo scientifico, sta sviluppando al fine di rendere operativa una catena procedurale di previsione in tempo reale (*Real Time Forecasting*). La definizione e la successiva implementazione di una moderna modellistica idrologica per la previsione degli eventi estremi con la sinergia derivante dal monitoraggio continuo dei bacini idrografici e dall'accoppiamento con l'informazione meteorologica fornita dai radar previsti nei centri funzionali (figura 6) costituisce una risposta efficace e moderna in tema di gestione del rischio idraulico, che appare irrinunciabile al cospetto dell'esplosione della incertezza associabile a modelli di tipo non

stazionario configurabili in uno scenario di reale cambiamento climatico.

In riferimento al tema dell'acqua "in meno", la preventiva valutazione della disponibilità idrica, anche in rapporto alle sue oscillazioni di medio e lungo periodo, è requisito essenziale per garantire un corretto approccio all'argomento.

In tale ambito, si descrivono, nel seguito, i risultati ottenuti da un'indagine preliminare tesa a definire le curve di durata annuali medie, riferite ad intervalli temporali diversi, come calcolate dai dati disponibili in corrispondenza delle stazioni idrometrografiche presenti sui corsi d'acqua della Puglia (figura 7). Allo scopo si è utilizzato i dati di deflusso giornaliero osservati nell'ultimo trentennio disponibile (1965-1996), aggregandoli in modo da suddividere l'informazione in periodi temporali di dimensione confrontabile.

In figura 8 sono rappresentate le curve di durata ottenute in quattro delle sezioni esaminate, una afferente al bacino del fiume Cervaro e tre a quello del fiume Candelaro, tutte caratterizzate dall'assenza di opere di invaso e/o regolazione dei deflussi che ne potessero condizionare il comportamento idro-



CAMBIAMENTI CLIMATICI E RISCHI GEOLOGICI IN PUGLIA

CASTELLO DI SANNICANDRO DI BARI - 30 Novembre 2007

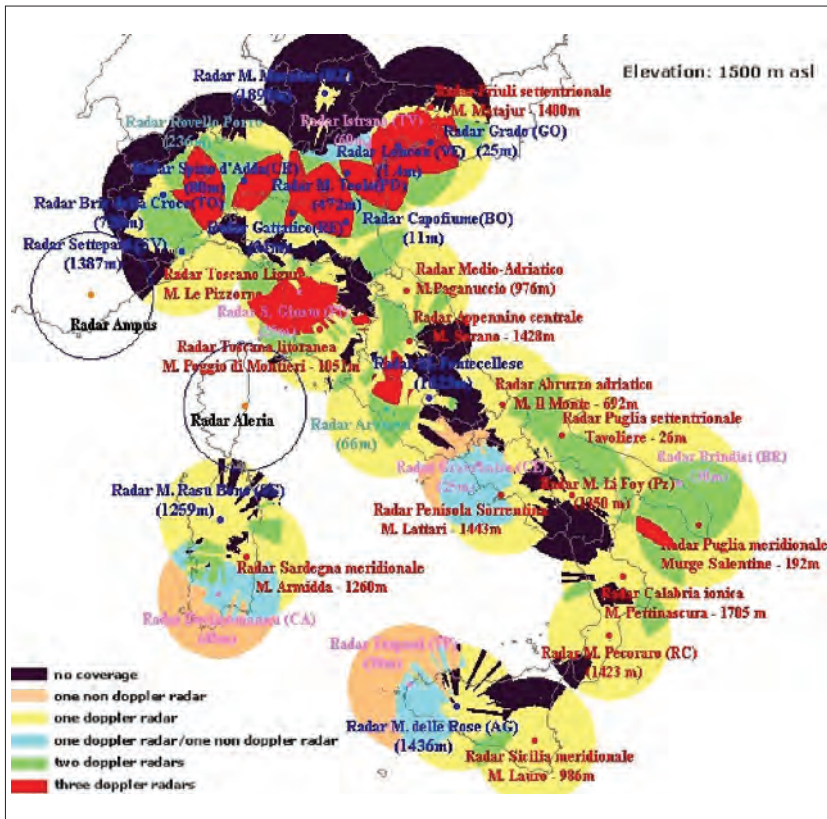


Figura 6 - Copertura radar prevista sul territorio italiano

gico. Si osserva, a fronte di valori estremi in media non spiccatamente diversi, una significativa riduzione del deflusso medio avente carattere di ordinarietà e la drastica diminuzione del volume medio annuo disponibile. Tale circostanza può essere relazionata ad una diminuzione complessiva dell'apporto pluviometrico ovvero ad una variata frequenza e distribuzione degli eventi piovosi, ma può essere spiegabile anche con altre motivazioni di carattere fisico. D'altra parte non va trascurato il contributo delle mutate modalità di gestione idraulica del territorio, con la scellerata proliferazione di interventi

(realizzazione di arginature e creazione di alvei pensili) che talvolta spacciano per esigenze idrauliche l'intenzione di salvaguardare le superfici agricole dal rischio di allagamento.

Tale osservazione trova conferma anche nelle analisi condotte sul bacino del fiume Ofanto, all'interno del quale sono presenti diverse opere idrauliche atte a garantire la disponibilità e l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica (figura 9). In figura 10 si riportano le curve di durata elaborate sulla scorta dei dati rivenienti da due stazioni localizzate su affluenti del fiume Ofanto, a monte delle quali non sono presenti opere di regimazione dei deflussi (fiumara dell'Arcidiaconata e fiumara di Atella) e da due stazioni (Cairano e Monteverde), poste invece sull'asta principale, nei quali è invece rilevante l'effetto determinato dalla presenza di opere di accumulo e regimazione (diga di Conza e traversa di Santa Venere). È evidente l'effetto determinato dalla presenza dell'invaso di Conza sui deflussi osservati nella stazione di Cairano scalo e l'aumentata pendenza della curva media di durata nella stazione di Monteverde, calcolata in riferimento al periodo più recente, rispetto a quella riferita al periodo 1970-1982, in corrispondenza dei valori di portata ordinari, cioè con durata variabile tra i 150 e i 200 giorni.

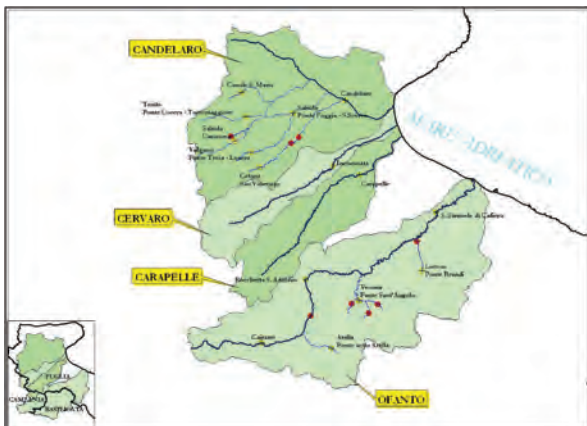


Figura 7 - Localizzazione delle stazioni idrometriche nella regione Puglia

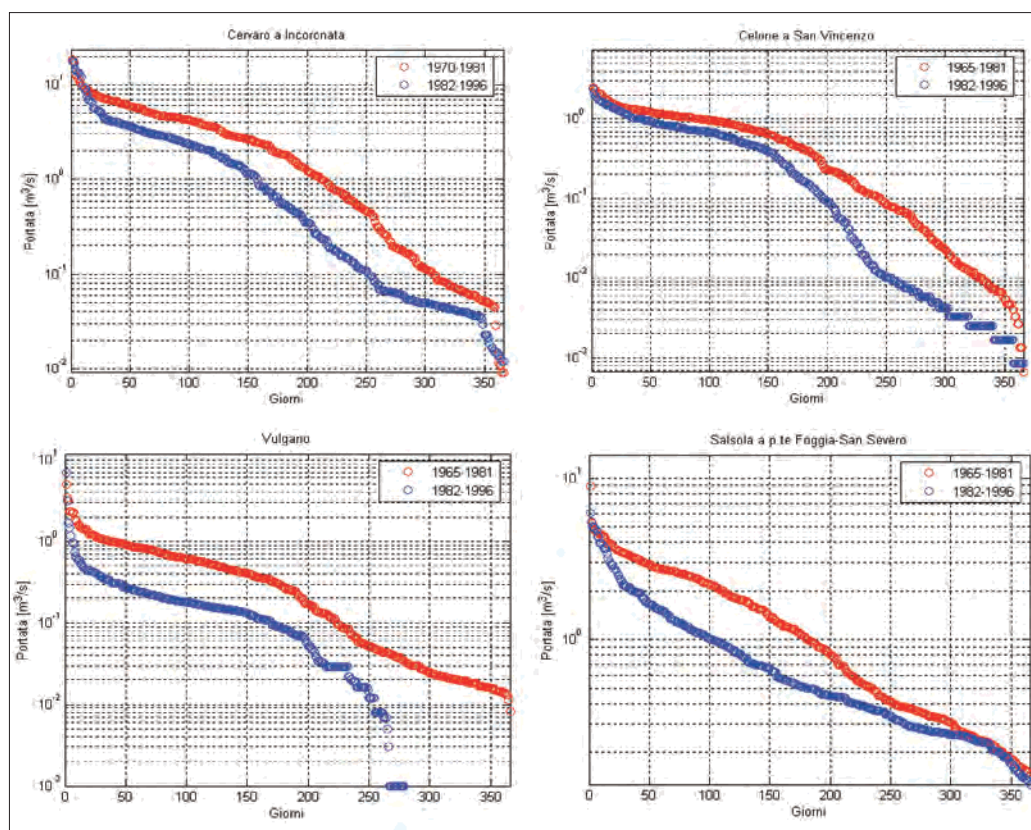


Figura 8 - Curve di durata medie in alcune stazioni di misura presenti su bacini non regolati

Tali evidenze hanno sollecitato l'interesse a condurre successive analisi sui dati idrologici disponibili al fine di comprendere, seppur in prima approssimazione, se la diminuzione di deflusso annuo atteso possa essere legata ad un corrispondente decremento del volume annuo di precipitazione. A tale fine si è quindi fatto riferimento allo Standardized Precipitation Index (SPI) (McKee *et al.*, 1993) che consente una quantificazione del deficit di precipitazione per diverse scale temporali, ognuna delle quali riflette l'impatto della magra meteorologica sulla disponibilità idrica. Tale indice, la cui valutazione richiede la sola conoscenza di

serie di precipitazioni mensili, si determina considerando la deviazione della precipitazione rispetto al suo valore medio su una predefinita scala temporale, divisa per la sua deviazione standard. Secondo una classificazione convenzionalmente adottata, valori dell'indice SPI inferiori a -1 individuano periodi secchi, valori compresi tra -1 e 1 determinano una condizione "pressoché normale", laddove valori maggiori di 1 sono connessi all'occorrenza di periodi definiti umidi. L'ambiziosa finalità dell'indice SPI, almeno negli auspici dei proponenti, è quella di utilizzare la precipitazione locale allo scopo di rendere confrontabili eventi che si verificano in regioni caratterizzate da diversi regimi climatici (figura 11); ciò si ottiene tramite una normalizzazione della distribuzione di probabilità della pioggia stimata dalla serie storica relativa al punto in esame, il che implica una trasformazione del dato di origine (precipitazione) che generalmente non è normalmente distribuito, almeno per scale temporali inferiori ai 12 mesi.

Pur non apparendo esente da critiche l'utilizzo di tale indice su scala continentale, in quanto esso non tiene conto di fattori oggettivi legati alla variabilità dei fabbisogni idrici, nel seguito si presenta una sua applicazione la cui valenza è squisitamente di carattere locale.

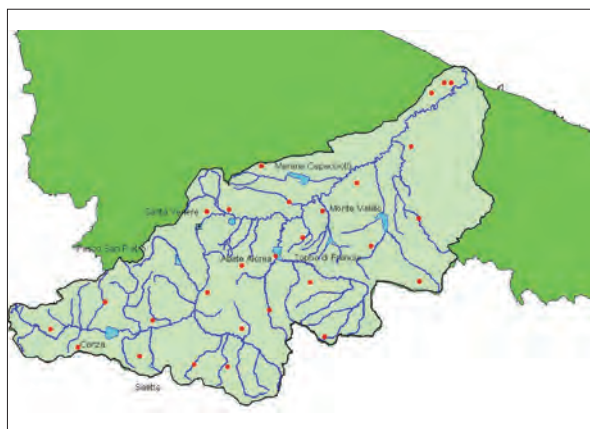


Figura 9 - Bacino del fiume Ofanto

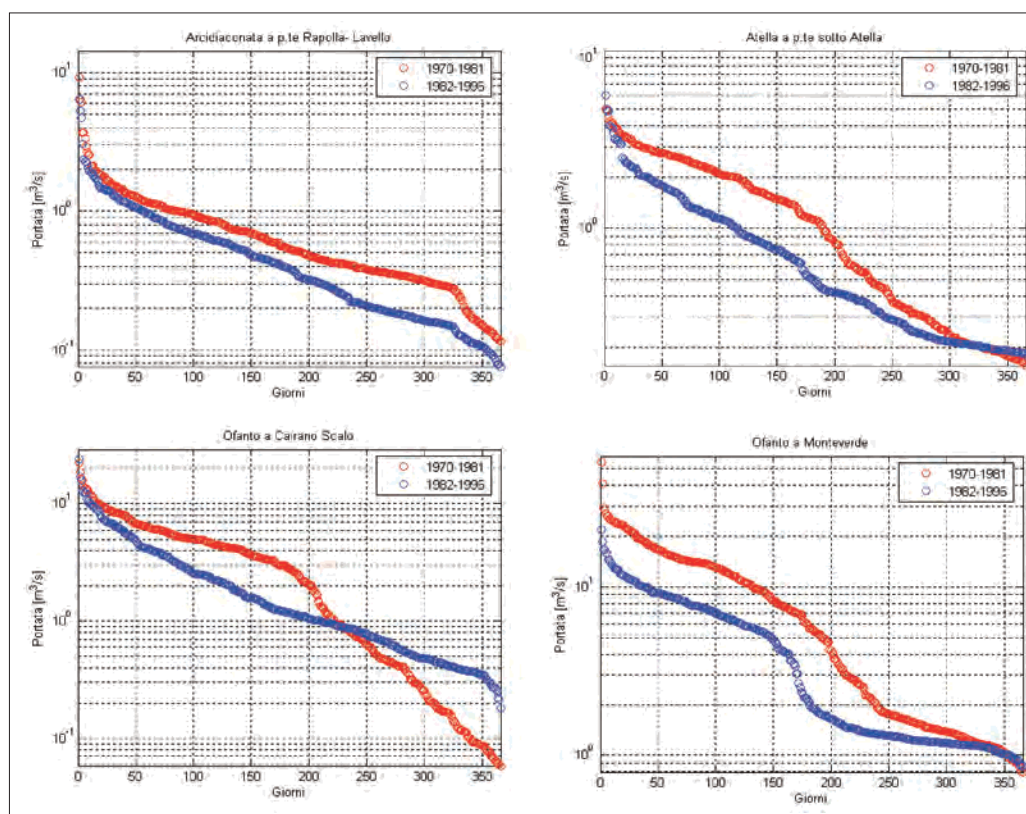


Figura 10. Fiume Ofanto: sottobacini non regolati (sopra) e regolati (sotto)

L'analisi è stata condotta su tutti i bacini dei corsi d'acqua pugliesi attrezzati con stazione idrometrografica (tabella 2) ed, oltre all'indice SPI calcolato utilizzando i dati delle stazioni pluviometriche afferenti al corrispondente bacino imbrifero, è stato derivato anche un parametro sintetico atto a quantificare il deficit di deflusso, definito Standardized Flow Index (SFI) che presenta struttura matematica analoga all'indice SPI ed utilizza i valori di portate medie mensili anziché quelli di precipitazione. A titolo di esempio, in figura 12, sono riportati risultati di tale applicazione, effettuata ipotizzando un intervallo temporale di 12 mesi, in riferimento al bacino del Cervaro nella sezione di Incoronata ed alla fiumara di Atella a ponte sotto Atella. La figura evidenzia, nella pur naturale ed attesa oscillazione temporale dei due indici, come il trend pluriennale dell'indice SFI possa essere interpretato da una retta che presenta coefficiente angolare più elevato di quello ottenuto per il corrispondente indice SPI, ad evidenziare deficit maggiori nella generazione del deflusso di quanto direttamente indotti dalla riduzione del volume di precipitazione.

Tale situazione è confermata dai dati di tabella 2 nella quale, per tutte le stazioni monitorate, oltre all'indicazione in merito all'estensione del bacino scolante, si è riportato il valore dell'indice di umidità

globale di Thornthwaite (Thornthwaite, 1948), utilizzato per caratterizzare climaticamente il bacino, ed il valore medio del tasso annuo di variazione degli afflussi e dei deflussi, come determinato dai valori dei coefficienti angolari delle rette di interpolazione dei trend temporali degli indici SPI e SFI. Tali dati, rappresentati graficamente in figura 13, evidenziano, a fronte di un valor medio del tasso di riduzione degli afflussi attorno al 2,5%, un corrispondente valore per quanto attiene ai deflussi pari a circa il 4%. La figura evidenzia, inoltre, una riduzione più marcata nella generazione dei deflussi in corrispondenza dei bacini umidi, caratterizzati da valori positivi dell'indice climatico, da imputare probabilmente ad una diversa dinamica spazio-temporale della distribuzione dell'umidità del suolo nei bacini idrografici considerati.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le considerazioni riportate nei paragrafi precedenti hanno inteso fornire qualche spunto di riflessione in merito alla complessa valutazione dei potenziali effetti determinati dai possibili cambiamenti climatici in atto in tema di gestione della risorsa idrica. Pur nella consapevolezza delle difficoltà insite nella valutazione di tali effetti, il ruolo che gli organi di pianificazione e controllo, e fra

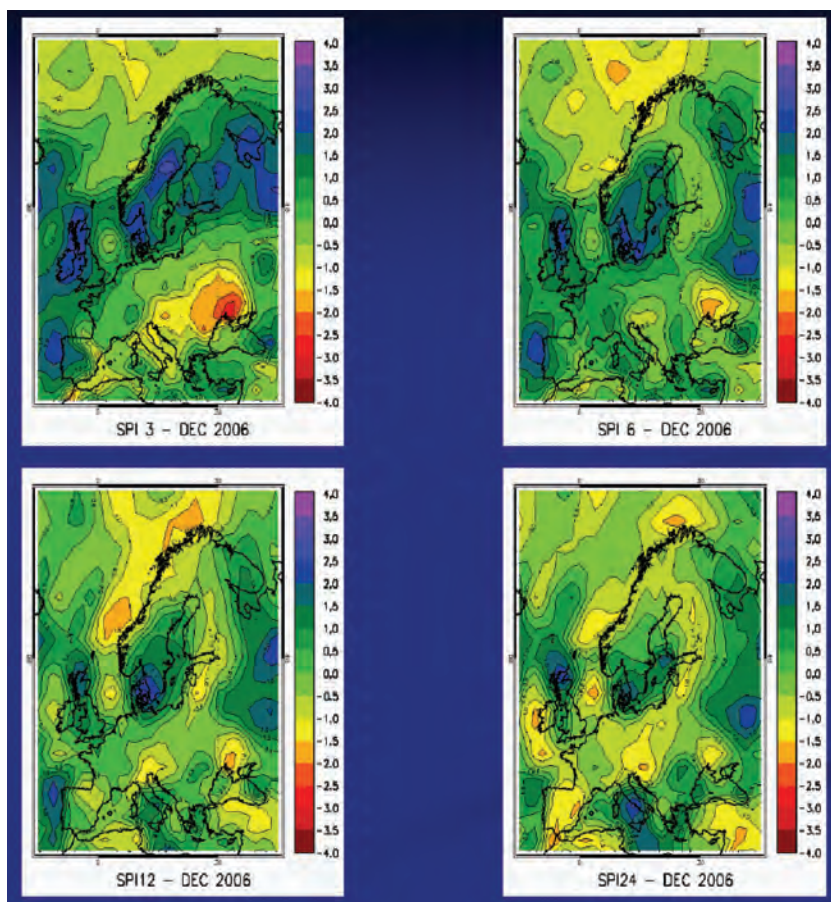


Figura 11. Indice SPI a diverse scale di aggregazione temporale (Hydrocare, 2007)

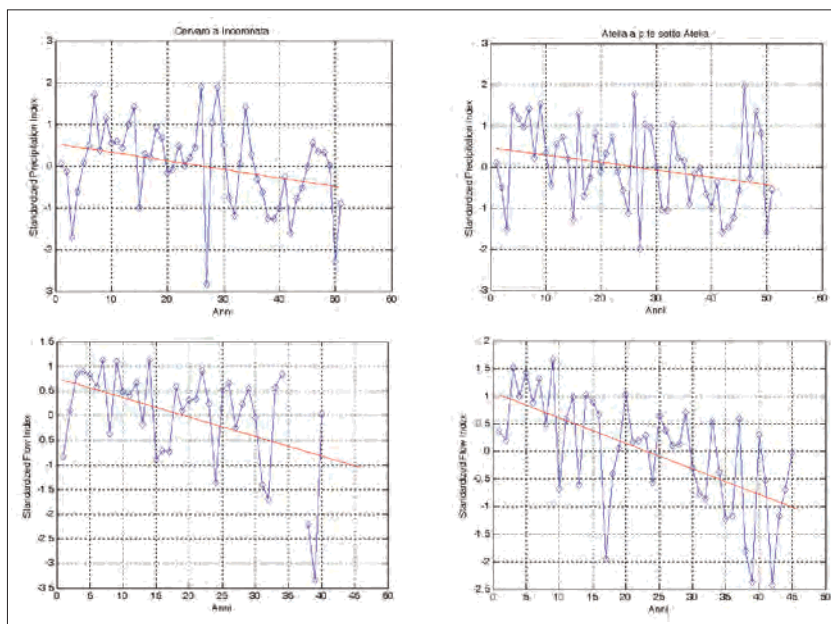


Figura 12 - SPI e SFI: Applicazione al fiume Cervo e alla fiumara di Atella

questi anche l’Autorità di Bacino della Puglia, sono istituzionalmente chiamati a svolgere appare decisivo sia nella corretta quantificazione dei rischi asso-

l’obiettivo più urgente dovrebbe essere quello di assicurare, a tutto il territorio nazionale, un livello minimo di tutela unitaria ed uniforme. E’ opinione

ciati all’occorrenza di eventi estremi sia nella definizione di futuribili scenari di trasformazione territoriale e nella programmazione di ipotesi di sviluppo socio economico che vedano la “*gestione sostenibile delle risorse idriche*” quale condizione inderogabile.

In questo ambito, appare opportuno rilevare che un ulteriore fattore di complessità deriva dall’articolato quadro istituzionale e normativo con il quale le Autorità di Bacino sono tenute a confrontarsi, sia che si ipotizzi la conservazione della struttura organizzativa realizzata dalla loro legge istitutiva (legge n. 183/1989), sia che si tenga conto del possibile scenario determinato dall’applicazione del nuovo testo unico in materia ambientale (D.Lgs. n. 152/2006). Infatti, il quadro normativo di riferimento nazionale appare oggi assai frammentato: alla legge sulla difesa del suolo (legge 183/1989 e successivi disposti ed atti integrativi), a quella di riordino delle risorse idriche (Legge 36/94 o legge Galli) e a quella di tutela della risorsa (Legge 258/2000), si aggiungono, infatti, nel nostro paese, le difficoltà connesse al recepimento della Direttiva 2000/60 con l’aggravante che la stesura del nuovo testo unico ambientale (D. Lgs. n. 152/2006) sembra aver purtroppo perso l’irripetibile occasione di riorganizzare la normativa di settore alla luce e secondo l’approccio innovativo proposto dalla stessa comunità europea.

In particolare, nella difesa dell’assetto idrogeologico,



CAMBIAMENTI CLIMATICI E RISCHI GEOLOGICI IN PUGLIA

CASTELLO DI SANNICANDRO DI BARI - 30 Novembre 2007

certamente condivisa che identificare l'intervento a difesa dell'assetto idrogeologico con la realizzazione di opere non colga l'efficacia degli interventi di tipo non strutturale, mentre non è diffusa, come invece dovrebbe, la percezione concreta che la gestione controllata e organizzata del territorio è uno strumento formidabile per contrastare la sua sistemata occupazione.

Si tenga conto, inoltre, che nel nostro Paese, la legge-quadro di riforma della difesa del suolo, assume, nell'ambito di un'innovativa forma di cooperazione-concertazione tecnica-istituzionale tra Stato centrale e Regioni, il metodo della pianificazione dei bacini idrografici, considerati come unità di analisi ambientale, territoriale ed economica e, quindi, produttiva e sociale. In tal senso, essa ha il pregio di aver introdotto con largo anticipo alcuni concetti cardine quali la centralità del bacino idrologico nella pianificazione ambientale, la definizione preventiva del rischio connesso all'insorgenza di

eventi eccezionali e la necessità di tutela quali-quantitativa delle risorse naturali nell'insieme del loro contesto fisiografico naturale. Questa impostazione, recentemente adottata dal Parlamento Europeo con l'adozione della direttiva alluvioni (EP & EC, 2007), anche in riferimento ai possibili impatti esercitati dai cambiamenti climatici (cfr. titolo II, art. 4, comma 2) non sembra tuttavia trovare consenso unanime.

Il documento conclusivo della Conferenza nazionale tenutasi nello scorso settembre a Roma (AA.VV., 2007) individua nell'immediata definizione del "Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici", nel quale devono concentrare i loro sforzi Governo, istituzioni locali e territoriali e parti sociali, lo sviluppo di politiche concrete di mitigazione dei cambiamenti climatici sia attraverso il rispetto degli impegni precedentemente assunti (protocollo di Kyoto) sia mediante iniziative concrete a favore del risparmio, dell'efficienza energetica e dell'utilizzo di fonti rinnovabili sostenibili.

	Area [Km ²]	Indice climatico	Tasso annuo		
			Afflussi	Deflussi	
1	Triolo a p.te Lucera-Torremaggiore	53.8	-0.25	-3.93%	-1.08%
2	Casanova a p.te Lucera-Motta	52.3	-0.14	-2.54%	-7.63%
3	Salsola a Casanova	43.1	-0.18	-1.78%	-5.14%
4	Salsola a p.te Foggia-San Severo	454	-0.27	-3.12%	-1.23%
5	Vulcano a p.te Lucera-Troia	94	-0.09	-2.89%	-7.17%
6	Celone a San Vincenzo	85.8	-0.06	-0.86%	-2.99%
7	Celone a p.te Foggia-San Severo	256	-0.24	-1.37%	-1.85%
8	Cervaro a Incoronata	657	-0.19	-2.05%	-3.95%
9	Carapelle a Carapelle	720	-0.23	-1.56%	-3.78%
10	Ofanto a Cairano Scalo	272	0.18	-3.17%	-5.20%
11	Atella a p.te sotto Atella	158	0.16	-1.77%	-4.62%
12	Ofanto a Monteverde	1028	0.16	-1.45%	-5.54%
13	Arcidiaconata a p.te Rapolla-Lavello	124	-0.04	-1.79%	-2.77%
14	Venosa a p.te Ferroviario	261	-0.17	-2.57%	-2.68%
15	Lapilloso a p.te S.S. 158	30	-0.17	-2.21%	-4.01%
16	Ofanto a San Samuele di Cafiero	2716	-0.14	-7.19%	-2.72%

Tabella 2 - Tasso di variazione annua della precipitazione e del deflusso osservato nei bacini strumentati pugliesi

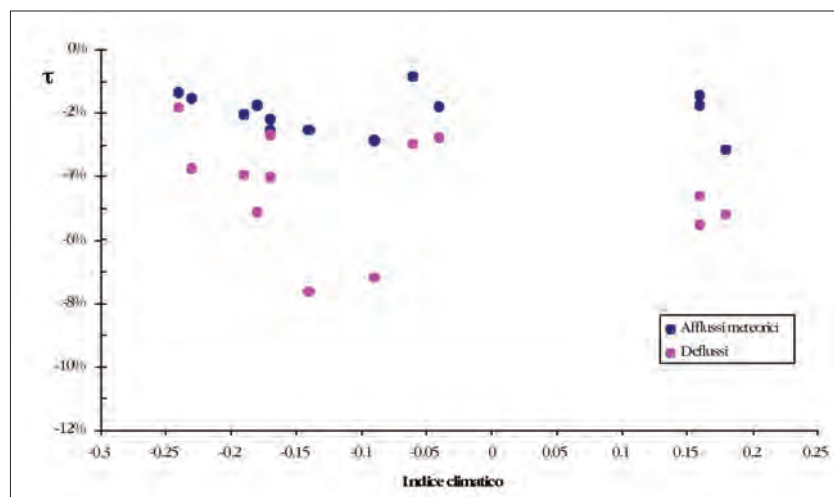


Figura 13 - Afflussi e deflussi in bacini strumentati: tasso di variazione annua

Tale impegno, teso soprattutto al coordinamento delle opportune misure di mitigazione con quelle di adattamento al cambiamento climatico, mediante integrazione di queste ultime nelle politiche settoriali di sviluppo economico, nella legislazione e nei programmi di finanziamento delle grandi opere, prevede azioni di immediato avvio quali a) la protezione degli ecosistemi e della biodiversità (terrestre e marina); b) la gestione del suolo e delle coste; c) la gestione delle risorse idriche; d) la tutela sanitaria della popolazione; e) l'agricoltura e lo sviluppo rurale; f) l'industria e l'energia ed infine g) il turismo.

Tuttavia, l'approccio proposto è solo di tipo top-down, fondato sulla doverosa e necessaria azione di coordinamento e controllo da parte degli organismi tecnici nazionali, anche se non appare ancora chiaro, almeno nelle linee preliminari di definizione, il ruolo attribuito agli enti di pianificazione e controllo locale, quali le Auto-



rità di Bacino; in tal modo si rischia di non tener in debito conto gli effetti che alcune azioni di tutela e mitigazione ambientale, pur di sicura razionalità se applicati in contesti nazionali e/o internazionali, possono determinare localmente sui diversi ambiti territoriali. L'esperienza vissuta dalla Puglia, a valle dell'adozione del D. Lgs. 152/1999, è esempio di quali possano essere le conseguenze di scelte operate a livello centrale in assenza del supporto delle realtà territoriali locali, anche a causa dalla mancata conoscenza delle peculiarità dei contesti ambientali nei quali le stesse trovano applicazione.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2007) - *1st Hydrocare conference*. Athens, 18- 19 January.
- AA.VV. (2007) - *Conferenza nazionale sui Cambiamenti Climatici*, Roma, 12-13 Settembre.
- CASTELLI F. (2008). *Sinergia tra modelli ideologici e osservazioni satellitari: la dinamica e il paradigma Bayesiano*. 31° Convegno di idraulica e costruzioni idrauliche, Perugia, 9–12 settembre.
- CASTORANI A., V. IACOBELLIS (2001) - *Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia*. Studi propedeutici per la redazione del piano di bacino regionale, Regione Puglia.
- CLAPS P., COPERTINO V., ERMINI R., FIORENTINO M. (1994) - *Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata*. Valutazione delle piene in Puglia, DIFA-GNDICI, Potenza.
- EDWARDS, D. C., MCKEE T. B. (1997) - *Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales*. Climatology rep. 97–2, Department of Atmospheric Science, pp. 155, Colorado State University, Fort Collins (CO).
- ENEA (2002) - *Clima e cambiamenti climatici*. Opuscolo 21. Collana sviluppo sostenibile.
- EP & EC (2007) - *Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 06/11/2007, L. 288/27-34.
- IPCC (2001) - *Third Assessment Report (AR3) Climate Change 2001: Synthesis Report*. Watson, R.T. and the core writing team (eds). pp. 184, Geneva, Switzerland.
- IPCC (2007) - *Fourth Assessment Report (AR4) Climate Change 2007: Synthesis Report*, pp. 73.
- MCKEE, T. B., DOESKEN N. J., KLEIST J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration of time scales*. Proc. 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, pp. 179-184, Anaheim (CA).
- MENDUNI G. (2007) - *Per la definizione di strategie di adattamento alla scala del bacino idrografico: il caso dell'Arno*. Conferenza nazionale sui cambiamenti climatici, Roma, 12-13 settembre.
- ROSSI F., FIORENTINO M., VERSACE P. (1984) - *Two component extreme value distribution for flood frequency analysis*. Water Resources Research, 20(7), pp. 847-856.
- ROSSO R. (2007) - *Il ciclo dell'acqua: prevedere o capire?* Conferenza nazionale sui cambiamenti climatici, Roma, 12-3 settembre.
- THORNTHWAITE C.W. (1948) - *An approach toward a rational classification of climate*. Geophys. Rev. 38, pp. 55-94.
- UNESCO IHP BUREAU (2007) - *Updated draft strategic plan for the 7th phase of the ihp (2008-2013)*. IHP/BUR-XL/11, Paris, 64 pp.