



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Programmi di ricerca cofinanziati - Modello E Relazione scientifica conclusiva sui risultati di ricerca ottenuti - ANNO 2007 prot. 20075WFE7P

1. Area Scientifico Disciplinare principale	08: Ingegneria civile ed Architettura
2. Coordinatore Scientifico del programma di ricerca	CANCELLIERE Antonino
- Università	Università degli Studi di CATANIA
- Facoltà	Facoltà di INGEGNERIA
- Dipartimento/Istituto	Dip. INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
3. Titolo del programma di ricerca	Gestione della siccità e variabilità climatica
4. Settore principale del Programma di Ricerca:	ICAR/02
5. Costo originale del Programma:	231.000 €
6. Quota Cofinanziamento MIUR:	95.000 €
7. Quota Cofinanziamento Ateneo:	41.155 €
8. Finanziamento totale:	136.155 €
9. Durata:	24 mesi

10. Obiettivo della ricerca eseguita

Obiettivo generale del progetto è stato lo sviluppo di nuove metodologie per il monitoraggio della siccità, in grado di tenere conto anche della presenza di eventuali non stazionarietà nelle serie idrologiche osservate, e per la gestione dei sistemi di approvvigionamento idrico in condizioni di ridotta disponibilità idrica, anche attraverso un migliore utilizzo delle informazioni provenienti dai sistemi di monitoraggio.

Ai fini del raggiungimento del predetto obiettivo, le attività svolte sono state ripartite nei seguenti 5 Work Packages (WPs):

- WP1-Aggregazione di indici per il monitoraggio e la previsione della siccità;
- WP2-Monitoraggio della siccità e non stazionarietà nelle serie idrologiche;
- WP3-Monitoraggio per l'esercizio dei sistemi di approvvigionamento idrico;
- WP4-Pianificazione degli interventi di mitigazione e gestione dell'emergenza;
- WP5-Applicazione a casi studio in diversi contesti territoriali.

Con riferimento ai predetti WP, gli obiettivi specifici che sono stati perseguiti sono stati:

- la definizione di metodologie per l'integrazione delle informazioni provenienti da diversi indici di siccità in un set di indicatori, in grado di caratterizzare in maniera sintetica le condizioni di siccità in un'area e/o in un sistema di approvvigionamento idrico, ivi compresa una metodologia per la caratterizzazione probabilistica delle siccità regionali, basata sull'aggregazione spaziale di informazioni puntuali (WP1). Oltre agli indicatori di tipo idrometeorologico, sono stati analizzati indicatori di tipo socio-economico in grado di rappresentare la percezione di un evento di siccità da parte dei portatori di interesse (stakeholders).
- lo sviluppo di metodologie e procedure per il monitoraggio della siccità in presenza di serie idrologiche caratterizzate da non stazionarietà (WP2). In tale contesto, sono state messe a punto metodologie per la verifica della presenza del trend su serie storiche di variabili climatiche (precipitazioni, temperature), ed è stata analizzata la variabilità campionaria dell'indice di monitoraggio delle siccità Standardized Precipitation Index (SPI), sia in assenza che in presenza di non stazionarietà nelle serie. Sono stati, inoltre, effettuati studi preliminari per lo sviluppo di tecniche innovative per la valutazione di magre e siccità, che consentano la rimozione della classica ipotesi di stazionarietà dei processi.
- Nel corso del primo anno sono state altresì avviate le attività relative a:
 - definizione di modalità di esercizio dei sistemi di approvvigionamento basate sulle informazioni provenienti dal sistema di monitoraggio (WP3), ai fini dell'attivazione di diversi stati del sistema rispetto al rischio di deficienza idrica (ad es. normale, allerta, allarme ed emergenza), che tengano conto anche della previsione della domanda idrica;
 - sviluppo di metodologie di supporto per la pianificazione di interventi di mitigazione e per la gestione in condizioni di emergenza idrica (WP4), con particolare riferimento agli interventi di mitigazione in ambito urbano.

11. Descrizione della Ricerca eseguita e dei risultati ottenuti

Ai fini del raggiungimento degli obiettivi, il progetto è stato strutturato in 5 Work Packages (WP), ciascuno dei quali raggruppa le attività relative ad ogni obiettivo specifico del progetto. In particolare i WP considerati sono:

- WP1-Aggregazione di indici per il monitoraggio e la previsione della siccità;
- WP2-Monitoraggio della siccità e non stazionarietà nelle serie idrologiche;
- WP3-Monitoraggio per l'esercizio dei sistemi di approvvigionamento idrico;
- WP4-Pianificazione degli interventi di mitigazione e gestione dell'emergenza;
- WP5-Applicazione a casi studio in diversi contesti territoriali.

Di seguito, si riporta una descrizione dettagliata delle attività svolte e dei risultati conseguiti relativamente a ciascun WP.

WP1-Aggregazione di indici per il monitoraggio e la previsione della siccità

UNICT (indici di siccità aggregati)

Le attività di ricerca svolte nell'ambito del WP1 hanno riguardato la definizione di metodologie per l'aggregazione delle informazioni provenienti da diversi indici di siccità in un insieme di indicatori in grado di caratterizzare in maniera sintetica le condizioni di siccità in un'area e/o sistema di approvvigionamento idrico, al fine di una più efficace azione di monitoraggio e di mitigazione della siccità.

In particolare, le attività sono state orientate alla messa a punto di una metodologia per la caratterizzazione probabilistica delle siccità regionali, basata sull'aggregazione spaziale di informazioni puntuali nonché alla definizione di metodologie di aggregazione di diversi indici in unico indicatore sintetico unici che comprendano le informazioni di tipo fisico, la domanda, ma anche gli aspetti economici e la percezione della crisi da parte dei diversi utenti.

La metodologia proposta per la caratterizzazione probabilistica delle siccità regionali costituisce un affinamento ed un'estensione del modello proposto da Santos (1983) per la derivazione della distribuzione di probabilità delle caratteristiche di siccità regionali. La messa a punto di tale metodologia ha consentito di pervenire ai seguenti risultati:

° derivazione delle distribuzioni di probabilità delle caratteristiche di siccità regionale, a partire dalla distribuzione multivariata delle precipitazioni nelle diverse stazioni, assunta normale;

° calcolo dei tempi di ritorno di siccità, diversamente caratterizzate, note le distribuzioni di probabilità precedentemente ricavate, tramite estensione al caso di siccità regionali di una formulazione originariamente proposta da Salas et al. (2005) per il caso di siccità locali.

Per quanto riguarda il secondo obiettivo, ovvero lo sviluppo di metodologie per l'aggregazione di indici di monitoraggio della siccità in un unico indicatore sintetico, da assumere come riferimento per l'attivazione di diversi livelli di gravità della siccità, sono stati presi in considerazione indicatori aggregati relativi a più variabili rilevanti del ciclo idrologico basati su metodologie di analisi delle componenti principali (PCA) affinando una metodologia originariamente proposta da Keyantash e Dracup (2004), verificandone l'applicabilità al bacino del F. Acate in Sicilia.

Ai fini dello sviluppo dell'indicatore aggregato, sono stati preliminarmente selezionati gli indici SPI e PHDI oltre ai deflussi mensili. In particolare, il calcolo dell'indice SPI è stato effettuato, relativamente alle scale di aggregazione 1,3,6,9,12,18,24,36 e 48 mesi. L'applicazione del metodo PCA ha riguardato, per ogni scala di aggregazione dello SPI, tre serie mensili relative al PHDI, ai deflussi e allo SPI, preliminarmente destagionalizzate tramite standardizzazione. L'indicatore aggregato è stato quindi assunto pari alla prima PC.

Dalle elaborazioni effettuate si osserva come la varianza spiegata dalla prima PC rappresenti, in tutti i casi, almeno il 60% della varianza totale, con un massimo per SPI calcolati a $k=12$. L'indicatore così costruito è in grado di riprodurre la variabilità delle tre serie di partenza e può, pertanto, essere ritenuto rappresentativo delle condizioni di siccità nel bacino.

IRSA (indicatori aggregati che tengano conto di aspetti socio economici)

Con riferimento al WP1, l'analisi del fenomeno siccità è stata affrontata sia dal punto di vista fisico che dal punto di vista socio-economico, allo scopo di definire indicatori in grado di rappresentare la percezione di un evento di siccità da parte dei portatori di interesse (stakeholders). Lo studio è stato condotto relativamente al caso studio del Lago Trasimeno in Umbria Settentrionale.

L'analisi fisica è stata finalizzata a valutare come la disponibilità di risorsa idrica sia variata nel tempo. In particolare, i dati disponibili delle principali grandezze idrologiche (precipitazione e portata in sezioni idrometriche significative nel periodo 1952-2007) aggregati al passo annuale, sono stati analizzati mediante lo Standardized Precipitation Index.

L'analisi della percezione delle siccità da parte dei differenti attori locali è stata svolta in due fasi:

1. Esplicitazione e strutturazione della percezione da parte dei differenti attori in mappe cognitive attraverso interviste;

2. Sviluppo di indicatori di percezione.

Il caso studio affrontato ha messo in evidenza che la percezione del fenomeno siccitoso è basata sia su componenti oggettive (condizioni fisiche e ambientali dell'area; la natura delle attività connesse all'uso dell'acqua: la differente esposizione all'anomalia climatica dei soggetti) sia su componenti soggettive (l'ambiente percepito; i giudizi, le opinioni e l'esperienza; la memoria dell'individuo).

Il lavoro svolto ha dimostrato come le differenze tra le percezioni dei vari stakeholders siano dovute alla differente comprensione degli impatti della siccità sul proprio ambiente. Inoltre, è stato possibile dimostrare come, a causa della complessità del fenomeno, sia difficile individuare le relazioni causali tra i diversi fattori che ne possono determinare gli impatti, con ripercussioni negative sull'attendibilità delle percezioni degli stakeholders. Le attività di ricerca hanno consentito di validare, seppur parzialmente, la causalità tra siccità e percezione, attraverso l'analisi di correlazione tra indicatori di percezione e indicatori fisici. Tuttavia la definizione di indicatori integrati richiede l'analisi della complessa rete di relazione tra impatti diretti, indiretti e driver esterne, nonché l'analisi dell'interazione tra memoria collettiva del fenomeno e memoria individuale dell'impatto.

WP2-Monitoraggio della siccità e non stazionarietà nelle serie idrologiche;

UNICT (variabilità campionaria degli indici)

Le attività svolte con riferimento al WP2 hanno riguardato l'analisi della variabilità campionaria degli indici SPI e PHDI, in assenza ed in presenza di trend nelle serie delle variabili idrologiche di base. In particolare, sono state derivate le proprietà campionarie (bias e Mean Squared Error, MSE) dei suddetti indici in funzione della dimensione del campione utilizzato per la stima dei parametri, con riferimento sia a serie stazionarie che a serie non stazionarie. Tali proprietà rappresentano una misura dell'errore di stima associato alla dimensione dei campioni osservati, e risultano completamente definite dal momento di primo e secondo ordine della variabile rappresentata dalla differenza tra il valore vero ed il valore stimato dell'indice.

La valutazione degli errori di stima può trovare applicazione al fine di definire le lunghezze ottimali delle serie di calibrazione quando queste ultime sono affette da trend, nonché più in generale, per stimare la riduzione dell'errore di stima al crescere della dimensione del campione.

UNIPA (analisi dei trend nelle serie idrologiche)

Gli studi hanno riguardato l'analisi delle serie temporali di precipitazione e temperatura registrate in Sicilia nel passato secolo, al fine di individuare l'esistenza o meno di trend nelle dette variabili climatiche. L'analisi dei trend è stata condotta utilizzando i dati di precipitazione mensile relativi a 247 stazioni distribuite sull'intero territorio siciliano (dal 1921 al 2000), e dati di temperatura medie mensili misurati in 83 stazioni meteorologiche (dal 1924 al 2006), previa verifica della omogeneità tramite il test statistico di Kruskal-Wallis.

La presenza di trend nelle serie storiche è stata verificata, mediante l'applicazione del test non-parametrico di Mann-Kendall. È stato rilevato un trend negativo statisticamente significativo sulle precipitazioni annuali e invernali. Per quanto riguarda la temperatura, invece, si è osservato un trend positivo sulla media annuale e su quelle stagionali.

Si è ritenuto opportuno procedere alla ri-analisi dei trend previa applicazione di tecniche di rimozione della correlazione seriale delle serie responsabile dell'incremento della probabilità che il test individui un trend quando esso non esiste (pre-whitening e il trend-free pre-whitening). Le due tecniche, applicate a dati annui, stagionali e mensili hanno fornito risultati differenti, e spesso di difficile interpretazione. Ad eccezione dei risultati ottenuti nel caso di precipitazioni e temperature annue, per le quali il trend-free pre-whitening sembra fornire i risultati più attendibili, i restanti risultati, ed in particolare quelli mensili, mostrano rilevanti differenze tra una procedura ed un'altra, tali da non poter concludere quale tra tutte le procedure applicate risulti la più valida ed attendibile.

In conclusione si può, però, affermare che l'applicazione del test stagionale di Mann-Kendall alle serie di precipitazione e temperatura così trattate, ha confermato quanto riscontrato nello studio dei trend nelle serie storiche originali, ossia l'esistenza di una generale tendenza alla diminuzione delle precipitazioni e all'aumento delle temperature.

UNIBAS (modelli idrologici per la generazione di pioggia e la valutazione della siccità e della magra)

L'obiettivo dell'attività condotta nell'ambito del WP2 è consistito nello sviluppo di nuove tecniche per la previsione di magre e siccità di lungo periodo, che consentano la rimozione della classica ipotesi di stazionarietà dei processi, integrate in modelli di generazione di serie sintetiche di dati idrologici che tengano conto della complessità dell'informazione relativa ai diversi processi idrologici di base che si svolgono all'interno dei bacini idrografici. Il problema della carenza di serie idrologiche sufficientemente estese è stato risolto tramite simulazioni stocastiche. In particolare, si è ricorso al modello idrologico distribuito LARS-WG (Semenov et al., 1998) per generare lunghe serie di precipitazione, che hanno costituito, insieme ad altre informazioni relative alle caratteristiche del suolo, l'input per il modello semi-distribuito DREAM (Manfreda et al., 2005), capace di simulare l'evoluzione degli stati di diverse variabili idrologiche al suolo. L'area di studio prescelta ricade all'interno del bacino dell'Agri (sottobacino con sezione di chiusura a Tarangelo).

Le variabili generate utili per lo studio dello stato del bacino sono il deflusso totale Q , e sue componenti (deflusso profondo Q_{Gtot} , e deflusso sub-superficiale Q_{Itot}), l'evapotraspirazione reale E , l'umidità del suolo U_{mi} . Le serie temporali di precipitazioni sintetiche e variabili idrologiche simulate sono state trasformate in indici standardizzati aggregati alla scala mensile al fine di valutare condizioni di siccità meteorologica, agricola e idrologica.

Il comportamento temporale degli indici atti a definire lo stato del sistema è stato valutato attraverso l'analisi di autocorrelazione e la correlazione con l' SPI calcolato per 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 30 e 36 mesi. Poi, sono state valutate le statistiche di siccità: numero degli eventi, durata, volumi di deficit. L'analisi di autocorrelazione ha mostrato immediatamente come E , Q_{Itot} , and U_{mi} mostrano un tempo di autocorrelazione che varia fra i 3 e i 5 mesi, mentre Q and Q_{Gtot} raggiungono 11 e 12 mesi, rispettivamente. Per cui si sono potute collocare in due gruppi le variabili standardizzate: il primo con tempi di autocorrelazione piuttosto brevi costituito da variabili coinvolte in processi sub-superficiali, il secondo gruppo con tempi più lunghi indicativi di dinamiche profonde. L'analisi di correlazione con l' SPI consente di valutare l'accordo temporale tra le serie. Infatti, si è evidenziato come Q_{Itot} presenti un elevato coefficiente di correlazione con SPI1, U_{mi} con SPI2, E con SPI3, Q con SPI 5, and Q_{Gtot} con SPI9. Le statistiche di siccità, ovvero numero degli eventi, durata, volumi di deficit sono stati valutati scegliendo come soglia zero. L'analisi è stata condotta diagrammando in istogrammi e scatterplot durata e volumi di deficit in funzione del numero di eventi, sia per SPI a diverso

intervallo di aggregazione, sia le altre variabili standardizzate. Ciò che si evince dagli stessi è che: (i) SPI mostra una durata crescente e volumi di deficit crescenti all'aumentare dell'intervallo di aggregazione; (ii) le variabili Umi, E, QItot mostrano durate simili con volumi di deficit più pronunciate per QItot che per E; (iii) Q e QGtot mostrano durate maggiori e siccità più severe. Le variabili Umi, E, QItot si comportano in modo simile a l'SPI con periodi medi bassi, Q e QGtot mostrano un migliore accordo con l'SPI con periodi medi più elevati, confermando quindi il risultato già ottenuto con l'analisi di correlazione.

WP3-Monitoraggio per l'esercizio dei sistemi di approvvigionamento idrico;

UNICT (criteri per la definizione di soglie di siccità)

L'obiettivo principale delle attività svolte nell'ambito del WP3 è stato quello di sviluppare una metodologia per l'utilizzo delle informazioni provenienti dal monitoraggio dei sistemi idrici al fine di migliorarne la gestione mediante la definizione di soglie d'attivazione di opportune misure di mitigazione degli impatti della siccità. Tali attività sono state svolte con riferimento al caso studio costituito dal serbatoio Pozzillo sul F. Salso in Sicilia.

In particolare, è stato implementato un modello combinato di simulazione-ottimizzazione del serbatoio basato su algoritmi genetici, al fine di determinare la sequenza ottima di prefissati stati gestionali, in particolare normale, allerta e allarme (Nicolosi et al., 2008), in corrispondenza dei quali attivare specifiche misure orientate al razionamento della domanda irrigua.

Tale sequenza ottima di stati è stata confrontata con i corrispondenti valori di un indice denominato Standardized Storage Index (SSI), calcolato sulla base delle serie dei volumi invasati mensilmente nel serbatoio. In base a tale confronto sono state valutate, attraverso una tecnica di best-fit, le soglie decisionali di SSI in corrispondenza delle quali attivare gli stati gestionali.

In conclusione, l'indagine effettuata ha evidenziato che l'utilizzo dell'indice SSI consente di derivare un'unica regola di esercizio, valida per tutti i mesi, in grado di riprodurre con sufficiente approssimazione la gestione ottimale del sistema.

UNIPA (monitoraggio e previsione dei consumi urbani)

Nell'ambito del WP3, l'U.O. di Palermo si è occupata della valutazione dell'impatto degli episodi di carenza idrica sul funzionamento delle reti di distribuzione urbana e sui consumi della popolazione mediante una fase sperimentale durante la quale sono stati raccolti dati di consumo rilevati presso utenze multiple e singole della città di Palermo e una fase in cui il processo di consumo è stato rappresentato attraverso un modello a rete neurale artificiale.

Dallo studio si è desunto che l'andamento dei consumi residenziali dipende dalle seguenti variabili considerate come input della rete neurale:

° consumo idrico in tempi precedenti all'istante di previsione;

° variazione della temperatura media dell'aria;

° verificarsi o meno di un evento di pioggia.

L'analisi dei risultati ottenuti mostra un ottimo adattamento del modello proposto ai dati misurati. L'analisi dell'utenza turnata mostra prestazioni più elevate che per le utenze soggette ad erogazione continua. Per quanto riguarda l'utenza singola, sono stati ottenuti risultati non soddisfacenti per tutti i tempi di aggregazione dei consumi inferiori all'ora. Tale comportamento è legato al fatto che i consumi di un basso numero di utenti in un ridotto orizzonte temporale hanno un grado di volatilità che mal si coniuga con approcci modellistici regressivi come quelli a rete neurale.

WP4-Pianificazione degli interventi di mitigazione e gestione dell'emergenza

UNIPA (linee guida per la gestione e pianificazione in ambito urbano)

Nell'ambito del WP4, è stata attivata la fase di monitoraggio di un numero significativo di utenze, presso le quali sono stati implementati interventi per la riduzione dei consumi e di gestione delle reti. Un campione rappresentativo di utenze residenziali è stato monitorato per due anni introducendo da un anno al successivo alcuni interventi di riduzione dei consumi.

Lo studio ha consentito di individuare alcune pratiche di basso costo (come l'inserimento dei filtri rompi-getto e come gli interventi non strutturali che possono già nel breve periodo portare ad una riduzione dei consumi tra il 15% ed il 20%. Ulteriori riduzioni sono possibili con interventi più invasivi (la realizzazione di scarichi a doppio flusso e l'inserimento di elettrodomestici ad alta efficienza) che possono fornire un'ulteriore riduzione tra il 20% ed il 25%.

UNIBAS (modelli di supporto alle decisioni)

Nell'ambito del WP4 si è cercato di predisporre strumenti di valutazione di indicatori di performance dei di condotte, capaci di esprimere quantitativamente il grado di servizio garantito dal sistema in predefinite condizioni operative (scenari normali o eccezionali) e nel tempo, utili sia in fase di programmazione che di gestione, altresì integrabili con modelli di supporto alle decisioni o con sistemi esperti.

In particolare sono stati analizzati Performance Indicators direttamente correlati alle capacità di trasporto delle infrastrutture, alle modalità di gestione operate e alle quantità di risorsa erogate. Come variabili di riferimento sono state prese in considerazione: le Portate di funzionamento (Progetto, Misurate, Massime), i Carichi piezometrici (Disponibili, Utilizzati, Residui, Regolati) e le Erogazioni (Richieste, Erogate, Erogabili, Assegnate), valutabili a differenti scale spaziali e temporali e in diversi periodi (irriguo/non), oltre che direttamente correlabili ai concetti di:

° Efficienza o Adeguatezza, ovvero capacità di soddisfare le "richieste" (H, Q,...)

° Efficienza, ovvero capacità di contenere gli "sprechi"

° Uniformità spaziale, omogeneità dei parametri tra elementi diversi

° Uniformità temporale, stabilità nel tempo dei parametri

diffusamente utilizzati per esprimere i livelli di servizio delle infrastrutture idrauliche.

In sintesi, l'attività di ricerca svolta ha contribuito a:

° definire indicatori sintetici che caratterizzino il funzionamento dei sistemi acquedottistici, caratterizzandone anche il range di variabilità relativo alle diverse condizioni operative di funzionamento;

° definire procedure di valutazione di indicatori adimensionali capaci di tradurre efficacemente lo stato del sistema localmente e nel suo complesso;

° definire procedure di aggregazione degli indicatori che permettano di sintetizzare lo stato globale del sistema, con riferimento all'indicatore prescelto.

POLIBA (politiche di gestione della domanda)

L'attività di studio dell'U.O. di Bari ha riguardato l'individuazione degli aspetti socio-economici che influenzano le regole di gestione di un serbatoio ad uso plurimo e la loro descrizione quali-quantitativa attraverso indicatori opportuni, con riferimento allo schema idrico del fiume Sinni.

Contestualmente al reperimento e alla validazione dei dati, si sono elaborate delle opportune simulazioni di gestione attraverso modelli matematici che consentissero un'agevole implementazione dei dati su scala mensile e/o annuale. Tali simulazioni hanno permesso di individuare le condizioni prodrome di crisi negli schemi idrici, consentendo di restringere il campo di variabilità nelle ipotesi di gestione.

Il confronto degli scenari simulati è avvenuto, inizialmente, attraverso l'individuazione di appositi indicatori idrici, quali l'affidabilità temporale e volumetrica, nonché la durata media del periodo di deficit.

Il calcolo degli indici di performance di carattere idraulico applicati a diversi scenari di evoluzione della domanda, ha dato indicazioni relative alle prime ipotesi gestionali quali, ad esempio, la necessità di destinare al settore irriguo risorse provenienti da fonti alternative del comprensorio irriguo lucano, così come la necessità del pieno recupero delle capacità d'invaso attraverso gli stanziamenti straordinari assegnati al Dipartimento dell'Agricoltura a seguito della crisi idrica dell'inverno 2008.

La possibilità di usufruire di un software DDS (Decision Support System), con anche un modulo per l'ottimizzazione del sistema rappresentato, ha permesso di quantificare la domanda ottimale di ogni utenza, in corrispondenza degli scenari precedentemente simulati.

Si è, quindi, affrontato lo studio dell'influenza che ha il fattore economico sulle gestione della risorsa, rifacendosi al principio del recupero totale dei costi relativi ai servizi idrici. Queste informazioni hanno permesso la valutazione economica dei diversi scenari attraverso l'individuazione del costo medio dell'acqua al gestore. Gli aspetti sociali e ambientali degli scenari analizzati sono stati valutati facendo ricorso ad indicatori di sostenibilità, ovvero di indicatori che permettono di valutare come la disponibilità idrica possa essere ad esempio giudicata in funzione della qualità della vita e dell'ambiente, consentendo un più facile processo di pianificazione e gestione dei bacini idrografici.

Lo studio affrontato in relazione ad uno schema-tipo di particolare significato, quale quello del fiume Sinni, ha permesso di definire in un arco temporale piuttosto vasto, le caratteristiche peculiare di un sistema caratterizzato da uso plurimo e crisi cicliche della risorsa. La valutazione degli scenari di gestione della domanda, dalla limitazione delle perdite fisiche al riuso dell'acqua sia nel settore agricolo che industriale, è stata corredata dai necessari indicatori socio-economici, oltre che idraulici, per la valutazione oggettiva degli indirizzi gestionali. Ne è emerso un valido indirizzo di programmazione degli interventi, che permetterebbero una sostanziale riduzione della vulnerabilità ed inefficienza del sistema analizzato.

12. Problemi riscontrati nel corso della ricerca

Nessun problema è stato riscontrato nel corso dei due anni di attività di ricerca del progetto.

13. Risorse umane complessivamente ed effettivamente impegnate (da consuntivo)

	(mesi uomo)
TOTALE	111
da personale universitario	127
altro personale	39
Personale a contratto a carico del PRIN 2007	39

14. Modalità di svolgimento (dati complessivi)

Partecipazioni a convegni:

	Già svolti (numero)	Da svolgere (numero)	Descrizione
in Italia	9	1	31° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Perugia, Settembre 2008. 33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE), Stresa, 4-8 Maggio 2009. Conferenza europea (XVI ed.) "H2OBIETTIVO 2000", Bari, 28-29 Maggio 2009. First Symposium Blue in Architecture 09, Venezia, 24-27 Settembre 2009. SYMPOSIUM: EARTH OBSERVATION AND WATER CYCLE SCIENCE. Frascati, Rome, 18-20 Novembre 2009. La gestione delle reti acquedottistiche: dagli aspetti tecnico-progettuali a quelli economico-normativi. Ferrara, maggio 2010. International Workshop "ADVANCES IN STATISTICAL HYDROLOGY", Taormina, Maggio 2010. 32° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Palermo, 14-17 Settembre 2010. STRATEGIE E CRITERI D'INTERVENTO PER L'ADATTAMENTO E LA MITIGAZIONE, Bari, 10-11 Marzo 2011.
all'estero	5	1	37th IAH Congress (8th IAHS Scientific Assembly), Hyderabad (India), 6-12/09/2009. EGU General Assembly 2010, Vienna (Austria), 2-7/05/2010. First European Congress of the IAHR, Edinburgh (UK), 4-6/05/2010. INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL MODELLING AND SOFTWARE SOCIETY (IEMSS), OTTAWA (CANADA), 5-8/07/2010. SPATIAL STATISTICS 2011, UNIVERSITY OF TWENTE, 23/03/2011 - 25/03/2011, ENSCHEDE, THE NETHERLANDS.
TOTALE	14	2	

Per ogni campo di testo max 8.000 caratteri spazi inclusi

Articoli pertinenti pubblicati:

	Numero	Descrizione
su riviste italiane con referee	2	Cannarozzo, M., Fontanazza, C.M., Freni, G., Notaro, V., Oliveri, E. (2009). A performance based approach for the analysis of urban water distribution systems under drought conditions, in <i>PERFORMANCE INDICATORS FOR THE PLANNING, DESIGN AND MANAGEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEMS</i> , a cura di Ciaponi C., CSDU (ed.), Milano, 2009, 95-121. Scordo, A., Maltese, A., Ciraolo, G., La Loggia, G. (2009). Estimation of the time lag occurring between vegetation indices and aridity indices in a Sicilian semi-arid catchment. <i>Rivista Italiana di Telerilevamento</i> , vol. 2009-02-20: 33-46.
su riviste straniere con referee	6	Cancelliere, A., Salas, J.D. (2010). Drought probabilities and return period for annual streamflows series. <i>JOURNAL OF HYDROLOGY</i> , vol. 391: 77-89, doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.07.008 Liuzzo, L., Noto, L.V., Vivoni, E.R., La Loggia, G. (2010). Basin-scale Water Resources Assessment in Oklahoma under Synthetic Climate Change Scenarios using a Fully-Distributed Hydrological Model. <i>Journal of Hydrologic Engineering</i> , vol. 15(2): 107-122. Pumo, D., Viola, F., Noto, L.V. (2010). Climate changes' effects on vegetation water stress in Mediterranean areas. <i>Ecohydrology</i> , vol. 3: 166-176, doi: 10.1002/eco.117. Fontanazza, C., Freni, G., La Loggia, G., Notaro, V. (2008). Definition of performance indicators for urban water distribution systems in drought conditions in <i>Performance Assessment of Urban Infrastructure Services</i> , Enrique Cabrera Jr. and Miguel Ange (eds.), pp. 35-46. Criminisi, C., Fontanazza, M., Freni, G., La Loggia, G. (2009). Evaluation of apparent water losses caused by water

		<p><i>meter under-registration in intermittent water supply. Water Science & Technology, vol. 60(9): 2373-2382.</i></p> <p><i>Capodici, F., Ciraolo, G., La loggia, G., Liuzzo, G., Noto, L.V., Noto, M.T. (2008). Time series analysis of climate and vegetation variables in the Oreto watershed (Sicily, Italy). European Water, vol. 23/24: 133-145.</i></p>
su altre riviste italiane	0	Nessun articolo relativo a questa categoria
su altre riviste straniere	0	Nessun articolo relativo a questa categoria
comunicazioni a convegni/congressi internazionali	6	<p><i>Castiglione, L., Cancelliere, A. (2010). Modelling soil water balance to assess impacts of climate changes on water resources availability. Proceedings of the 1st European Congress of International Association of Hydraulic Research (IAHR), Edimburgh, UK, May 4-6, 2010.</i></p> <p><i>Cancelliere, A., Bonaccorso, B., Rossi, G. (2010). Effect of trends on the estimation of extreme precipitation quantiles. Proceedings of AGU Hydrology Days 2010. Fort Collins - USA, March 22-24, 2010.</i></p> <p><i>Cancelliere, A., Bonaccorso, B. (2009). Uncertainty analysis of the Standardized Precipitation Index in the presence of trend. Proceedings of AGU Hydrology Days 2009. Fort Collins - USA, March 25-27, 2009.</i></p> <p><i>Cancelliere, A., Bonaccorso, B., Rossi, G. (2009). ESTIMATION OF EXTREME PRECIPITATION QUANTILES IN NON STATIONARY SERIES. Proceedings of UrbanRain09 - Rainfall in the urban context: forecasting, risk and climate change. St. Moritz, December 10-13, 2009.</i></p> <p><i>Di Domenico, Laguardia, G., Margiotta, M.R. (2010). INVESTIGATING THE PROPAGATION OF DROUGHTS IN THE WATER CYCLE AT THE CATCHMENT SCALE, International Workshop "ADVANCES IN STATISTICAL HYDROLOGY", Taormina May 23-25, 2010.</i></p> <p><i>Di Domenico, Laguardia, G., Margiotta, M.R. (2010). ASSESSING THE CATCHMENT'S FILTERING EFFECT ON THE PROPAGATION OF METEOROLOGICAL ANOMALIES. EGU General Assembly 2010, Vol. 12.</i></p>
comunicazioni a convegni/congressi nazionali	5	<p><i>Castiglione, L., Cancelliere, A. (2010). Applicazione del modello di Eagleson per la determinazione degli impatti di cambiamenti climatici in Sicilia. Atti del XXXII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche (IDRA), Palermo, Italy, 14-17 settembre.</i></p> <p><i>Bonaccorso, B., Cancelliere, A., Rossi, G. (2010). Analisi dell'incertezza nella stima dello Standardized Precipitation Index in presenza di serie non stazionarie. Atti del XXXII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche (IDRA). Palermo, 14-17 settembre 2010, PALERMO: Walter Farina Editore.</i></p> <p><i>Liuzzo, L., Noto, L.V., Cannarozzo, M., Viola, F., La Loggia, G. (2008). Analisi dei trend di indici climatici in Sicilia. Atti del XXXI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Perugia, Settembre 2008; pp. 1-10.</i></p> <p><i>Viola, F., Pumo, D., Noto, L.V., Cannarozzo, M., La Loggia, G. (2008). Effetti delle variazioni climatiche sulla vegetazione in ambiente mediterraneo. Atti del XXXI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Perugia, Settembre 2008; pp. 1-10.</i></p> <p><i>Ermini, R., Ingeduld, P. (2010). Performance Indicators nelle infrastrutture del Servizio Idrico Integrato, in La gestione delle reti acquedottistiche: dagli aspetti tecnico-progettuali a quelli economico-normativi. Atti del convegno H2O, 2010, Ferrara, 19-21 Maggio, 2010.</i></p>
rapporti interni	0	Nessun rapporto interno
brevetti depositati	0	Nessun brevetto depositato
TOTALE	19	

Per ogni campo di testo max 8.000 caratteri spazi inclusi

Data 22/12/2010 15:26

Firma

Si autorizza alla elaborazione e diffusione delle informazioni riguardanti i programmi di ricerca presentati ai sensi del D. Lgs. n. 196/2003 del 30.6.2003 sulla "Tutela dei dati personali". La copia debitamente firmata deve essere depositata presso l'Ufficio competente dell'Ateneo.