

Regional Impact of Climatic Change in Lombardy Water Resources: Modelling and applications

(RICLIC-WARM)

Progetto Triennale

Coordinatore/Responsabile scientifico: Prof. Angelo Cavallin – Università degli Studi di Milano Bicocca

Istituzioni partecipanti:

ARPA Lombardia

Università degli Studi di Milano

Università degli Studi di Pavia

Università degli Studi di Milano Bicocca

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

INDICE

Pag. 3	Premessa
Pag. 4	Obiettivi del Progetto
Pag. 6	Coordinamento del Progetto
Workpakages	
Pag. 8	GESTIONE E CONTROLLO DELLE SERIE DI DATI CLIMATICI
Pag. 11	RISORSA IDRICA SUPERFICIALE: RAZIONALIZZAZIONE DEL SUO USO
Pag. 16	ACQUE SOTTERRANEE: VARIAZIONI DI BILANCIO
Pag. 21	ACQUE SUPERFICIALI: INDICATORI DI QUALITÀ
Pag. 25	SCENARI A SCALA DI AGRO-ECOSISTEMA E MODELLI PER LA GESTIONE DEGLI IMPATTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULL'AGRO-ECOSISTEMA
Pag. 30	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI FISICI
Pag. 31	VALUTAZIONE ECONOMICA DEI DANNI E DEI RISCHI
Pag. 33	VALUTAZIONE DEI RISULTATI ED OTTIMIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE (END USER ACTIVITY)
Pag. 37	Bibliografia essenziale
Pag. 39	QUESTIONS FOR POLICY-MAKERS

Premessa

La Lombardia, presenta sotto il profilo territoriale ed ambientale alcune specificità che la rendono unica nel contesto europeo. E' infatti una delle aree con il più alto tasso di industrializzazione e la maggiore densità di popolazione dell'Unione Europea, fattori che determinano livelli elevati di emissioni nell'atmosfera e nell'acqua oltre ad un intenso consumo di suolo. Inoltre, le caratteristiche morfologiche del territorio giocano un ruolo determinante nello stato dell'ambiente. Infatti, se la presenza delle Alpi e degli Appennini costituisce da un lato un patrimonio unico in termini paesaggistici e di biodiversità, dall'altro crea condizioni meteorologiche e climatiche particolari che provocano una scarsa dispersione delle emissioni in atmosfera, ma possono anche generare eventi meteorologici estremi con impatti gravi sulle attività socio-economiche e sul patrimonio naturale. In un contesto territoriale di tale complessità gli impatti sull'ambiente prodotti dall'azione combinata dei cambiamenti climatici e di un intenso sviluppo socio-economico si manifestano con una rapidità talvolta superiore a quanto ipotizzato. In questo contesto si intende sviluppare e fornire strumenti atti alla valutazione degli impatti climatici a livello regionale, utilizzabili anche dagli Enti preposti alla gestione del territorio nelle fasi di pianificazione.

La attività di ricerca è articolata in vari settori interdipendenti ed anche in parte sequenziali a partire dagli aspetti climatici fino al monitoraggio. Nelle problematiche climatologiche e modellistiche è più attiva la componente scientifica, in quella di monitoraggio è importante quella istituzionale degli enti di gestione, e in quelle di valutazione degli impatti e della strategia di mitigazione e prevenzione c'è la compartecipazione sia della parte scientifica sia di quella gestionale. Per gli aspetti concernenti la climatologia si terrà conto delle attività in corso nel progetto della Fondazione Lombardia per l'Ambiente "KYOTO".

Obiettivi del Progetto

Il progetto riguarda l'analisi ambientale degli effetti sinergici nel territorio lombardo dei processi naturali e antropici legati ai cambiamenti climatici sulle risorse idriche sotterranee (Regional Impacts of Climatic Changes in Lombardy Water resources: Modelling and applications – RICLIC-WARM).

L'acqua, superficiale e sotterranea, rappresenta una risorsa strategica della Regione Lombardia. Tutti i comparti ambientali, sia naturali che antropici presentano una forte dipendenza dalle riserve disponibili, che, in caso di particolari impatti, subiscono danni di forte entità.

Il sistema delle risorse idriche della Regione Lombardia, seppur costantemente monitorato e gestito, presenta una particolare vulnerabilità nei casi di forti variazioni nei sistemi e nei modi in cui si sviluppa il bilancio idrologico. In particolare la forte variabilità climatica, che negli ultimi 50 anni ha caratterizzato l'area Europea, ha causato una serie di impatti con danni molto rilevanti, che non hanno risparmiato la Regione Lombardia.

E' probabile che in futuro sia possibile gestire più razionalmente queste riserve anche in funzione dei cambiamenti climatici, in funzione del complesso sistema idrico della nostra Regione. A tal fine devono essere messi a disposizione tutta una serie di azioni che permettano una migliore comprensione e gestione dei rapporti evento-impatto-danno.

Saranno valutati gli effetti sulla risorsa al variare delle condizioni di bilancio antropiche o naturali in corrispondenza di differenti scenari. Le variazioni antropiche sono connesse ad espansione delle aree residenziali e industriali, differenziazione spazio temporale dei prelievi idrici, differenti scenari gestionali delle irrigazioni, quelle naturali sono legate a differenti scenari climatici o differenti rapporti tra acque superficiali e sotterranee.

Tali informazioni potranno essere utili agli enti gestori, in caso ad esempio di pianificazione di centri di prelievo, di previsione degli effetti di una decentralizzazione degli insediamenti urbani e industriali o di differenti politiche agricole.

L'obiettivo del progetto è di fornire una metodologia per la individuazione delle problematiche e criticità ambientali sul *territorio lombardo* connesse con gli effetti sulla *risorsa idrica* dei cambiamenti climatici avvenuti negli ultimi 50 anni e quelli prevedibilmente futuri, fornendo nel contempo proposte di strumenti decisionali di prevenzione e mitigazione. Aumento della temperatura generalizzato, modificazione dei regimi pluviometrici, cambiamento delle concentrazioni dei composti minori in atmosfera (specialmente a livello della bassa troposfera), hanno influito e sicuramente influiranno sulla maggior parte dei comparti ambientali ed economici dell'area Lombarda e Regioni limitrofe.

I principali obiettivi del progetto di ricerca sono quindi di fornire su una base di una metodologia integrata per la valutazione, sul territorio lombardo, delle problematiche e criticità connesse ai comportamenti sulla risorsa idrica, causati dai cambiamenti climatici (avvenuti negli ultimi 50 anni e prevedibili nei prossimi

10-20 anni). A tal fine saranno valutati i principali impatti sulle attività produttive, sui beni immobili, sui comportamenti sociali, sull'ambiente naturale e seminaturale. Ciò consentirà di individuare strategie e strumenti di politica del territorio, per il miglioramento delle attività di monitoraggio, di prevenzione, di mitigazione, in una prospettiva di sviluppo sostenibile.

I destinatari dei risultati della ricerca sono le istituzioni che, in quanto preposte al governo del territorio, li recepiscono per la messa a punto di strumenti idonei alla prevenzione degli impatti sull'ambiente e conseguente miglioramento della qualità della vita.

L'articolazione complessiva delle tematiche implicate nel progetto per una loro corretta soluzione, richiedono il concorso delle diverse e specifiche competenze presenti nelle attività e negli enti di ricerca e di servizio operanti in Lombardia.

E' opportuno sottolineare che la particolare valenza delle attività proposte risiede nel considerare sia la globalità dell'area lombarda sia l'intermediazione tra i vari processi. Tali caratteristiche necessitano di uno stretto coordinamento e collaborazione tra i vari gruppi di ricerca che saranno coinvolti, e che avranno come denominatore comune l'utilizzo di banche dati, dei Sistemi Informativi Territoriali e di modelli spaziali distribuiti per realizzare degli scenari di gestione delle risorse idriche.

Coordinamento

Responsabili: Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio Università di Milano-Bicocca,
Prof. Angelo Cavallin (Project Leader), Prof. Valter Maggi.

Gestione e coordinamento del progetto.

Le attività di coordinamento prevedono sia gli aspetti scientifici che quelli gestionali, per permetter di svolgere le ricerche tra i vari work package (WP) non solo in modo organico, ma anche in fasi sincrone. A tal fine le attività devono prevedere la redazione di rendiconti di attività semestrali, di verifica delle spese coerenti con le attività e in accordo con il progetto, di riunioni trimestrali tra i gruppi di ricerca per discutere lo stato di avanzamento dei WP..

E' stata prevista la realizzazione e gestione di una banca dati dedicata.

Il progetto RICLIC-WARM prevede in tutte le sue fasi di svolgimento di ricercare, gestire ed utilizzare tutta una serie di dati che riguardano i vari aspetti del ciclo idrologico dell'area in studio. Inoltre verranno archiviati i prodotti in uscita dai vari modelli sviluppati ed applicati nell'ambito del progetto. I dati disponibili potranno essere inseriti direttamente nella banca dati che verrà strutturata presso il Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio (Università di Milano Bicocca). Per le altre banche dati strutturate, verrà effettuato un link diretto che permetta di collegarsi automaticamente a questa banca dati. In questo caso i dati saranno gestiti secondo le norme della banca dati proprietaria.

Nella banca dati RICLIC-WARM saranno poi inseriti i risultati e gli scenari in uscita dai vari WP che potranno essere consultati nell'ambito del progetto.

Essendo di un progetto finalizzato alla definizione spaziale degli impatti, saranno strutturati dei moduli che permetteranno l'analisi cartografica dei dati in ingresso e dei risultati in uscita. Questi moduli permetteranno una portabilità verso i software di gestione territoriali (Sistemi Informativi Territoriali) e verso la loro gestione in rete (siti internet ad hoc). Verranno identificati una serie di livelli d'accesso alla banca dati ed ai suoi risultati, che saranno definiti di volta in volta, durante lo svolgimento del progetto e delle proprietà dei dati stessi.

Verranno quindi definiti, attraverso un censimento all'interno dei WP del progetto, quali sono i dati e i loro formati, già disponibili ed acquisibili; quali sarebbero i dati necessari per ampliare o completare eventuali mancanza; quali sono i dati che verranno prodotti durante ilo svolgimento del progetto e quali sono le necessità di rappresentazione degli stessi in modo da ottenere prodotti fruibili dagli end-users.

A seguito inizierà la strutturazione della banca dati in parallelo con la raccolta dei dati stessi, ed attraverso la stretta collaborazione di tutti i WP. Saranno poi definiti i link con le eventuali banche dati esterne che possono fornire dati necessari allo svolgimento del progetto.

Durante il progetto verranno implementate le varie parti della banca dati in modo poter caricare ed archiviare nuovi dati, ricercare e scaricare serie preesistenti, ed inserire i dati risultanti dai vari modelli. Attraverso i moduli cartografici, e loro implementazione, saranno possibili le rappresentazioni sia dei dati puri che delle elaborazioni ottenute.

Organizzazione e gestione di simposi, workshop e convegni.

Durante lo svolgimento del progetto sono previsti una serie di incontri per permettano il confronto dei risultati all'interno del progetto stesso o on all'esterno, anche attraverso il confronto diretto con gli eventuali end-users.

Workpackage 1

TITOLO: GESTIONE E CONTROLLO DELLE SERIE DI DATI CLIMATICI.

Responsabile: Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio Università di Milano-Bicocca – Prof. Valter Maggi

STATO DELL'ARTE

Negli ultimi 20 anni si è reso necessario fornire alle comunità modellistiche dati di tipo climatico in formato distribuito spazialmente in modo regolare, tali da permettere un approccio statistico sufficientemente significativo. Le serie di dati di re-analisi come quelle del NCAR della NOAA e del Centro Europeo Previsori a Medio termine di Reading sono gli esempi più evidenti di questa necessità. Attualmente, con risoluzione di circa 200 km è possibile lavorare a scala continentale e regionale, permettendo solo considerazioni a carattere generale. Griglie locali a diversa scala sono presenti nell'area Alpina (Progetto ALPCLIM) con una risoluzione di circa 1x1 grado, ma rimangono in qualunque caso troppo sporadiche per permettere una risoluzione a scala locale (es. Regione Lombardia).

OBIETTIVI

L'obiettivo di questo workpackage è quello di arrivare ad ottenere dati fruibili a livello modellistico e previsionale tali da permettere una valutazione sistematica degli impatti climatici sul territorio Lombardo.

In particolare si mirerà al recupero ed alla validazione delle serie climatiche, prevalentemente termiche e di precipitazione, disponibili nell'area del bacino idrografico dell'Adda (Lombardia), con eventualmente la ricostruzione delle serie strumentali incomplete. Saranno inoltre inclusi i dati provenienti da altri progetti come ALPCLIM dove esistono serie termometriche già su griglia (anche se a risoluzione molto bassa), e dati provenienti direttamente dai WP coinvolti o dalla bibliografia esistente. Ove possibile verrà effettuato il recupero dei dati "proxy", da utilizzare nella definizione delle variabili termiche e precipitative.

I dati deriveranno dalle principali banche-dati meteo-climatiche che si trovano attualmente a disposizione sul territorio e gestiti ai principali enti di gestione territoriali (es ARPA Lombardia) ed omogeneizzati in modo da permetterne un uso più adatto agli scopi del progetto RICLIC-WARM. Per questo motivo saranno fondamentali le informazioni che arriveranno dagli altri WP's. Si intende inoltre effettuare la ricerca di serie di dati provenienti da altri Enti, istituzioni private o pubbliche che hanno archivi di dati (in formato cartaceo od elettronico) ma che non sono attualmente noti od utilizzati.

Le serie di dati prese in considerazione dovranno essere di circa 30 anni, periodo che permette un buon compromesso, tra la possibilità di avere una buona copertura spaziale, ma nello stesso tempo che prenda per intero l'aumento della temperatura a partire dalla fine degli anni '70. Saranno poi integrati, dove necessario da serie di dati più brevi (preferibilmente oltre i 20 anni) per coprire

eventuali buchi. Serie di dati più lunghe potranno essere prese in considerazione nel caso sia necessario evidenziare trend o ciclicità a frequenza minore.

Le serie di dati ottenute saranno gestite all'interno di un data-base costruito ad hoc che ne permetterà il posizionamento e l'analisi spaziale tramite metodologie di interpolazione spaziale (tipo Krigging).

Per alcuni dati, come la copertura nevosa, sarà necessario utilizzare delle variabili proxy provenienti da vari database o direttamente ottenute, per esempio, da dati telerilevati. Questa parte di progetto, in stretta collaborazione con il WP 9, dovrebbe fornire una indicazione sui volumi in gioco nelle aree della Valtellina e valli confluenti.

La costruzione del database, il recupero ed gestione dei dati ed i successivi utilizzi nell'ambito del progetto saranno coordinati con gli altri WP e si avvarranno delle collaborazioni nell'ambito dei progetti Kioto (FLA) e di altri progetti come FORALPS (INTERREG).

Da queste attività si intende ottenere: 1) i dati principali di input per i modelli di analisi e previsione; 2) le serie storiche che forniranno i trend climatici principali; 3) le variazioni annuali e decennali della variabilità spaziale (regionale) dei diversi parametri climatici; 4) Questi dati saranno forniti nei formati necessari la costruzione di modelli di previsione sull'impatto regionale della variazione dei parametri climatici sulle acque superficiali e sotterranee (anche come riserve).

RISULTATI ATTESI

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2005

Strutturazione di un database dedicato alla raccolta ed alla gestione dei dati meteo-climatici. Le ricerche saranno centrate su serie termometriche e di precipitazione dell'area del bacino dell'Adda, con periodi intorno ai 30 anni di dati, anche se verranno individuate alcune serie più lunghe (intorno al secolo) per evidenziare eventuali trend a frequenza minore.

La ricerca di serie climatiche disponibili nell'area dell'Adda, ed, ove possibile, ricostruzione delle serie strumentali non complete. Questa ricerca si effettuerà principalmente nelle banche dati disponibili in Lombardia e gestite da Enti tecnici territoriali (i.e. ARPA Lombardia), inoltre saranno ricercate le serie più lunghe dalla bibliografia di riferimento. Saranno poi ricercate eventuali altre serie di dati, da Enti, Istituti e/o singole stazioni meteorologiche che possano integrare le serie esistenti.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

Ricerca e validazione di dati "proxy" da utilizzare nella definizione dei parametri climatici, sia da stazioni a terra che da sistemi telerilevati (in collaborazione con WP 9), con particolare riguardo per le serie di precipitazioni nevose.

Analisi della variabilità temporale e spaziale delle serie di dati ed analisi dei loro trend.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2007

Il workpackage 1 sarà attivo nel terzo anno come gestore dei dati climatici spaziali del progetto, in collaborazione con il WP9.

Workpackage 2

TITOLO: RISORSA IDRICA SUPERFICIALE: RAZIONALIZZAZIONE DEL SUO USO.

Responsabile: Dip. di ingegneria idraulica e ambientale dell'Università di Pavia
Prof. Luigi Natale

INTRODUZIONE

Il *Work Package 2* ha la finalità di definire attendibili scenari di futura disponibilità della risorsa idrica sul territorio della Regione Lombardia, esemplificando lo studio sul caso del bacino del fiume Adda, scelto dal progetto RICLIC come area di riferimento per la ricerca.

Lo studio, volendo fornire risultati di pratica utilità a supporto delle analisi economiche e gestionali condotte negli altri *Work Package*, si propone di preparare due strumenti operativi:

1. modello di formazione della risorsa idrica
2. modello di trasporto gestione e distribuzione della risorsa idrica

Questi strumenti modellistici saranno utilizzati per analizzare il sistema idrico del bacino dell'Adda con la tecnica Monte Carlo, il cui uso è consigliato nell'analisi dei sistemi complessi e fortemente non lineari, come è il caso di sistemi naturali sottoposti a condizioni di crisi particolare.

MODELLO DI FORMAZIONE DELLA RISORSA IDRICA

Il modello di formazione della risorsa idrica sarà in grado di generare serie stocastiche continue di un numero N di anni di piogge giornaliere distribuite sull'area del bacino.

Per semplicità il modello ripartisce il bacino in zone pluviometriche elementari, che dovranno essere individuate con l'analisi statistica delle esistenti misure di pioggia e che, presumibilmente, saranno almeno una decina. La costruzione del modello di generazione delle precipitazioni distribuite nello spazio e nel tempo è oggetto della attività della Unità Operativa del Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale di Pavia (DIIA) già da parecchio tempo: i risultati della ricerca sono stati presentati sui lavori citati in bibliografia.

Il modello, che riproduce gli aspetti fondamentali del processo stocastico della precipitazione distinguendo, tra l'altro, le componenti a breve termine (alternanza dei periodi umidi e asciutti, ietogrammi degli scrosci di pioggia, ecc.) da quelle stagionali e da quelle a lungo termine (cicli climatici pluriannuali, tendenza dei parametri medi del clima, ecc.), si presta in linea di principio a simulare l'effetto di eventuali eventi climatici a lungo termine sulla produzione di pioggia.

Per la taratura dei parametri del modello sono elaborate statisticamente tutte le misure di pioggia reperibili nell'ultimo cinquantennio.

Tralasciando di descrivere nel dettaglio la procedura utilizzata, si fa osservare che il modello calibrato in questo modo, è in grado di fornire un numero praticamente infinito di serie di pioggia che riproducono statisticamente le condizioni climatiche attuali e fornisce l'*input* per la procedura di simulazione Monte Carlo.

Per definire quantitativamente le eventuali differenze tra il clima attuale e quello dei decenni e, ove possibile, dei secoli passati allo scopo di inferire, se possibile, sulle tendenze della evoluzione futura, saranno analizzate statisticamente le

lunghe serie pluviometriche giornaliere, mensili e annue registrate in Lombardia, in Valle Padana, in Europa.

Questo lavoro propedeutico di analisi, che potrà utilmente collegarsi con l'attività del parallelo Progetto Kyoto, qualora si riuscisse a correlare questi cambiamenti con serie storiche di indicatori di inquinamento, comprenderà le attività di:

1. validazione dei risultati della analisi condotta sulle singole serie storiche, attraverso il confronto delle serie,
2. individuazione, ove possibile, degli effetti indotti da mutamenti del microclima sulla pluviometria locale. Ad esempio, la serie pluviometrica di Brera non è stazionaria in quanto risente dell'effetto dell'inquinamento e della crescita dell'area urbana: lavori condotti recentemente dalla U.O. del DIIA mostrano che il regime delle piogge intense e di breve durata di Milano (che non interessano il progetto RICLIC) ha subito evidenti cambiamenti,
3. definizione le analogie e le differenze tra i climi pluviometrici delle diverse località. A questo scopo riveste fondamentale importanza il confronto tra le serie pluviometriche europee e le contemporanee serie pluviometriche padane onde verificare l'esistenza di cicli di periodo pluriennale che, dipendendo da fenomeni meteorologici a scala globale, dovrebbero risentirsi su aree molto vaste. Questa attività oltre ad avere un indubbio valore conoscitivo, permette di inserire nel modello di generazione i cambiamenti a lungo termine se questi verranno verificati anche a scala sinottica.

I cambiamenti nella pluviometria, ipotizzabili nel futuro, saranno introdotti nel modello alterando i valori dei parametri, stimati per simulare il clima attuale.

Successivamente il modello prodotto dalla U.O. del DIIA dovrà essere integrato con un modello di generazione delle temperature nei bacini montani, la cui conoscenza è indispensabile per il calcolo della produzione di acqua dallo scioglimento delle nevi e dei ghiacci, e nei comprensori di pianura, la cui conoscenza serve per il calcolo della evapotraspirazione nelle analisi agronomiche.

Nel secondo anno di ricerca sarà messo a punto il modello di ablazione nivale e glaciale, la cui predisposizione si presenta più difficile e incerta a causa della carenza di misure nivometriche estese su lunghi periodi di tempo e a causa della maggiore complessità del fenomeno. L'uso congiunto del modello di precipitazione e del modello di ablazione nivale potrà, almeno approssimativamente, dare conto delle conseguenze che la variazione a lungo termine della quota dello zero termico ha sulla ripartizione stagionale della risorsa idrica.

MODELLO DI TRASPORTO, GESTIONE E DISTRIBUZIONE DELLA RISORSA IDRICA

Questo modello si compone di due parti:

1. modello di formazione dei deflussi nei sotto-bacini dei bacini montani di Adda, Mera, Brembo, Serio
2. modello di trasporto dei volumi d'acqua nella rete idrografica e di modulazione dei volumi d'acqua raccolti nei serbatoi montani e nel Lario.

I modelli afflussi-deflussi dei bacini montani avranno formula semplificata in quanto

l'interesse del progetto non riguarda l'andamento dei deflussi a breve termine (piene fluviali) ma piuttosto la disponibilità idrica a scansione settimanale o decadica. Per la messa a punto dei modelli di formazione dei deflussi si farà riferimento alle carte di uso del suolo, alle carte della permeabilità, ecc. prodotte dalla Regione Lombardia.

Il modello di formazione e trasporto dei deflussi nei bacini montani dovrà essere in grado di simulare, almeno in prima approssimazione, la gestione degli invasi alpini e dei sistemi idroelettrici. Il modello di simulazione della gestione della risorsa idrica riprodurrà con particolare cura il serbatoio del lago di Como.

Il modello di distribuzione dell'acqua sui comprensori irrigui della pianura è strettamente connesso al modello di circolazione idrica negli acquiferi e con il modello dei consumi idrici a campo. In questa fase di costruzione del modello è necessario uno stretto coordinamento tra le attività dei WP 2, 3, 5.

In conclusione, risulta evidente che il modello idrologico - idraulico può essere utilizzato per studiare gli effetti di differenti politiche di gestione dei serbatoi e di uso delle acque sulla disponibilità idrica attuale.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2005

La costruzione dei due modelli: di formazione della risorsa idrica e di trasporto gestione e distribuzione della risorsa idrica, può procedere in parallelo.

Pertanto, nel primo anno di ricerca sono previste le seguenti attività:

1. raccolta e archiviazione dei dati
 - sarà completata la raccolta delle lunghe serie storiche da utilizzarsi per lo studio delle variazioni a lungo termine del clima,
 - saranno archiviate le misure pluviometriche da utilizzarsi per la calibrazione del modello delle precipitazioni,
 - saranno raccolte le misure termometriche nelle stazioni più significative del bacino dell'Adda e dei suoi affluenti,
 - sarà reperita la cartografia tematica, disponibile in forma digitale, necessaria per la costruzione dei modelli dei deflussi,
 - si darà inizio alla raccolta dei dati nivometrici.
2. analisi delle lunghe serie storiche
 - saranno analizzate le lunghe serie storiche reperite per fornire il modello statistico della pluviometria e della termometria in Lombardia,
 - si proverà a ricostruire la serie storica dei deflussi dal lago di Como utilizzando le altezze del lago a Lecco registrate già nel XIX secolo. Qualora il tentativo di ricostruzione desse risultati attendibili si avrebbe a disposizione una serie storica di notevole importanza per le successive analisi del WP 2.
3. calibrazione del modello delle precipitazioni
 - il modello delle precipitazioni disponibile presso il DIIA sarà calibrato sulle misure di pioggia degli ultimi decenni. Si tenterà anche di riprodurre il contenuto liquido delle precipitazioni alle alte quote, come primo passo della costruzione del modello di accumulo e scioglimento delle neve.
4. costruzione del modello di trasporto e gestione della risorsa idrica
 - sarà costruito il codice di calcolo riproducente lo schema idrologico - idraulico dei bacini montani della rete idrografica e dei serbatoi. Il modello sarà validato confrontando le portate ricostruite a partire dagli afflussi meteorici misurati con le portate effettivamente misurate nelle sezioni idrometriche

disponibili e con i livelli di invaso del lago di Como.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

Nel secondo anno di ricerca sono previste le seguenti attività:

1. validazione del modello di precipitazione
 - le serie pluviometriche generate con il modello delle precipitazioni saranno sottoposte a verifica con test statistici per verificare se il modello stocastico riproduce correttamente la statistica delle serie storiche
 - particolare attenzione sarà posta nel verificare la capacità del modello a riprodurre cicli climatici pluriennali e pluridecennali.
2. aggiornamento del modello delle precipitazioni con la componente termometrica
 - la temperatura media giornaliera sarà collegata con l'andamento pluviometrico considerando la ciclicità stagionale, le tendenze climatiche e la distribuzione con la quota. Si tenterà di stabilire il modello stocastico dello zero termico
 - sarà stabilito il criterio per discriminare tra precipitazione nevosa e acquosa.
3. costruzione del modello di ablazione nivale e glaciale
 - approfondita la ricerca bibliografica, i modelli di varia tipologia che riproducono lo scioglimento delle nevi e del ghiaccio, reperiti in bibliografia, saranno confrontati con quello già utilizzato dalla U.O. del DIIA
 - il modello stocastico sarà integrato nel modello di bilancio della massa nevosa e glaciale e sarà collegato con il modello di generazione delle precipitazioni.
4. verifica e applicazione del modello di trasporto e gestione della risorsa idrica
 - sarà completata la indagine e il reperimento delle informazioni sui criteri di gestione degli invasi del bacino dell'Adda e il modello sarà adeguato e aggiornato sulla scorta dei risultati della procedura di verifica avviata nel 2005
 - conclusa la fase di validazione, il modello sarà messo a disposizione degli altri W.P. per essere collegato con il modello agronomico e con il modello idrogeologico e, nel seguito, potrà essere utilizzato per simulare gli effetti di diverse pratiche di gestione degli invasi esistenti indipendentemente dall'uso del modello di formazione della risorsa idrica.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2007

Nel terzo anno di ricerca sono previste le seguenti attività:

1. applicazione del modello di generazione degli afflussi (pluviometrici e nivali)
 - sarà continuata e conclusa la verifica del modello di generazione stocastica
 - saranno generate le serie di afflussi contemporanei nei vari sottobacini sperimentando la simulazione degli effetti sulle disponibilità idriche delle variazioni climatiche proposte dai W.P. del progetto oppure risultanti dai lavori del Progetto Kyoto
 - le serie generate saranno utilizzate per simulare della risposta del sistema idrico dell'Adda alle proposte politiche di gestione e per analizzarne il risultato con il metodo Monte Carlo.
2. applicazione del modello di gestione della risorsa idrica
 - il modello di gestione sarà collegato al modello di generazione della disponibilità della risorsa nel bacino dell'Adda

saranno simulate le politiche di gestione proposte dalle U.O.
del progetto onde valutarne i risultati con procedura Monte Carlo.

Workpackage 3

TITOLO: ACQUE SOTTERRANEE: VARIAZIONI DI BILANCIO

Responsabile: Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio Università di Milano-Bicocca –
Dr.ssa Tullia Bonomi

STATO DELL'ARTE

Le variazioni naturali e/o antropiche in un bilancio idrologico, a scala regionale o sovraregionale, determinano cambiamenti delle riserve idriche, superficiali e sotterranee, sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo e devono essere valutati nella loro sinergia reciproca per proporre una adeguata gestione delle risorse stesse. Il grande sfruttamento della riserva idrica sotterranea avvenuto nei decenni scorsi, ad uso potabile ed industriale, in particolare nelle zone di pianura, ha contribuito a determinare una degradazione qualitativa della risorsa idrica per uso potabile ed un forte depauperamento della sua disponibilità. Contemporaneamente si è assistito ad una utilizzazione della zona non satura a profondità sempre maggiori per lo sviluppo di sistemi di trasporto, parcheggi ed anche attività legate a servizi primari, quali la metropolitana o gli ospedali, talvolta senza la previsione progettuale di adeguate opere di protezione. Le recenti evoluzioni socioeconomiche di molte aree urbane hanno prodotto una inversione di tendenza del trend della falda che ha comportato effetti positivi sulla ricostruzione della risorsa, ma effetti negativi sulle infrastrutture ormai presenti.

La necessità di una adeguata gestione delle risorse idriche, sia superficiali sia sotterranee, al fine di garantirne un uso e uno sfruttamento corretto, richiede una conoscenza completa del sistema idrogeologico e idrologico in esame ottenibile non solo mediante una raccolta dati in campo accurata e continua nel tempo ma anche attraverso l'uso di strumenti innovativi che consentano di integrare al meglio i dati raccolti e di produrre elaborazioni temporali e spaziali significative. I modelli matematici applicati all'idrogeologia costituiscono un potente mezzo, attualmente poco diffuso, per sintetizzare in un'unica struttura tutte le informazioni ricavate sul campo e per testare le ipotesi circa il funzionamento del sistema reale: coadiuvano nello studio di un sistema, consentono l'interpretazione dei dati e possono essere utilizzati per predire scenari futuri. I dati di terreno derivati da reti di monitoraggio sono una informazione fondamentale per validare i modelli e renderli quindi strumenti previsionali affidabili. La specificità nello sviluppo di questi sistemi integrati sta nell'utilizzare al meglio le potenzialità delle banche dati per archiviare in modo organizzato i dati temporali riferiti ad indicatori di qualità e quantità delle acque, quelli spaziali mediante l'utilizzo dei SIT tenendo conto delle variazioni temporali nell'uso del territorio ed infine nell'utilizzo di modelli per la valutazione della qualità/quantità delle risorse idriche.

OBIETTIVI

L'attenzione sarà posta sullo studio degli effetti sulla risorsa idrica sotterranea delle variazioni di bilancio di massa, a scala regionale in aree di pianura. Tale variazioni possono essere antropiche o naturali in corrispondenza di differenti scenari; le variazioni antropiche sono connesse ad espansione delle aree residenziali e industriali, a differenziazione spazio temporale dei prelievi idrici, a differenti scenari

gestionali delle irrigazioni, mentre quelle naturali sono legate a differenti scenari climatici o differenti rapporti tra acque superficiali e sotterranee.

Lo studio sarà affrontato con l'uso di banche dati e modelli idrogeologici tridimensionali integrati tra loro e mira a fornire agli enti gestori ipotesi ragionevoli sui diversi effetti sulla risorsa idrica sotterranea, in funzione di plausibili scenari meteo-climatici o di utilizzo della risorsa stessa. Tali informazioni potranno rilevarsi utili nei processi decisionali volti ad un responsabile utilizzo della risorsa acqua, in caso ad esempio di verificarsi di situazioni meteo-climatiche critiche, di pianificazione di centri di prelievo, di previsione degli effetti di una decentralizzazione degli insediamenti urbani e industriali o di differenti politiche agricole.

L'area di studio è relativa alla zona di pianura compresa all'interno del territorio regionale, in riferimento al bacino del fiume Adda. Non essendovi alcuna coincidenza, in questo caso, tra bacino idrografico e bacino idrogeologico, è necessario estendere le analisi riferite alla falda sotterranea ai due bacini idrogeologici sui quali il fiume Adda esercita un'azione di spartiacque: il bacino delimitato dal fiume Ticino e dall'Adda stesso verso ovest e quello delimitato dall'Adda e dal fiume Oglio, verso est.

Le valutazioni saranno realizzate mediante la predisposizione di adeguata cartografia tematica, in modo da territorializzare le variazioni spaziali e temporali dei numerosi fattori in gioco. La cartografia sarà predisposta in formato vettoriale idoneo per poter dialogare con i principali strumenti GIS disponibili; la scala degli output del progetto dipenderà dallo sviluppo del lavoro, in funzione di dati archiviati, della griglia di calcolo scelta per la modellizzazione e dei risultati.

IN DETTAGLIO I PRINCIPALI OBIETTIVI PERSEGUITI SARANNO:

1. Valutazione del contributo dei diversi regimi pluviometrici al bilancio idrico delle acque sotterranee della Regione Lombardia, stimato in alcune situazioni tipiche per tipologia climatica e per caratteristiche idrogeologiche. Si intende cercare di quantificare quale sia l'effettivo apporto al sistema idrogeologico sotterraneo di un determinato regime pluviometrico, in funzione del periodo studiato e concordato con il WP1. Tale analisi verrà condotta dal confronto tra le serie storiche pluviometriche e piezometriche reperibili e confrontabili, per stimare quale sia la relazione che intercorre tra le effettive entrate nel sistema, legate alle precipitazioni, e la ricarica del sistema. Nelle zone in cui la ricarica è quasi totalmente dovuta al sistema irriguo, in relazione anche con il lavoro svolto dal gruppo operante per il WP5-6, si cercherà di stimare la ricarica connessa a questa importantissima voce di bilancio, in zone campione. Questo dato ci permetterà di avere una stima della reale infiltrazione efficace, determinata oltre che dal regime pluviometrico, dall'uso del suolo e dalle caratteristiche strutturali di una zona, fondamentale per qualsiasi applicazione modellistica della falda. Eventualmente si cercherà di applicare in alcuni siti campione rappresentativi, un codice di calcolo per il non saturo, MACRO, per la valutazione della infiltrazione alla base del non saturo in funzione di diversi scenari meteorologici, colturali e pedologici.
2. Implementazione della banca dati idrogeologica. Presso la nostra struttura è stata sviluppata ed è utilizzata da anni una banca dati idrogeologica per la gestione di tutti i dati relativi ai pozzi. Prevede l'inserimento dei dati

amministrativi, idraulici, strutturali, stratigrafici e piezometrici relativi ai pozzi per acqua. In particolare la banca dati include la codifica del dato stratigrafico che quindi diventa un oggetto quantificabile ed elaborabile. Tale operazione consente di quantificare in dettaglio la struttura idrogeologica dell'area oggetto di studio e di predisporre quindi dati di ingresso nei modelli particolareggiati al fine di ipotizzare scenari simulati sempre più realistici. Per poter effettuare un modello a scala regionale o sub-regionale e avere il medesimo dettaglio su tutta l'area, è necessario completare la raccolta e archiviazione dei dati. Tale raccolta deve riguardare anche i dati piezometrici derivati da reti di monitoraggio sia storiche, con serie di lungo periodo (rete piezometrica della provincia di Milano), sia più recenti (rete regionale) con serie limitate di dati. Questa fase prevede: il censimento delle fonti di documentazione e raccolta delle informazioni e dei dati esistenti; l'omogeneizzazione dei dati presenti nelle numerose fonti disponibili, l'archiviazione dei dati puntuali con l'utilizzo di banche dati georeferenziate (dati relativi ai pozzi), ad integrazione degli esistenti. Sono attualmente già caricati con ubicazione e stratigrafia tutti i dati relativi ai pozzi pubblici della provincia di Milano (circa 3000 stratigrafie) e di Brescia (415); per le altre province il caricamento è solo molto parziale: Bergamo (107), Varese (15), Pavia (40), Lodi (25), Como (112), Lecco (17), Cremona (0).

3. Applicazione di modelli idrogeologici di flusso tridimensionali distribuiti (MODFLOW) che prevedono la definizione delle caratteristiche strutturali, parametriche e di bilancio del sistema, tenendo presente che significative variazioni nelle voci di bilancio naturali (precipitazioni) o antropiche (irrigazioni/prelievi) concorrono a determinare significativi squilibrio nel sistema idrogeologico sotterraneo. La modellistica supporterà dapprima nelle ricostruzioni delle caratteristiche strutturali e idrauliche del sistema in condizioni statiche normali, in riferimento a determinati periodi storici per la falda che consentono di tarare il modello; successivamente si simuleranno situazioni critiche a seguito di siccità e/o eventi meteorici estremi. In terzo luogo si ipotizzeranno scenari ragionevoli di evoluzione delle voci di bilancio che possano riprodurre situazioni già verificatesi o prevederne di nuove. Queste valutazioni consentiranno di capire quanto una variazione climatica e/o una significativa modificazione d'uso della risorsa idrica possa andare ad incidere con una variazione positiva o negativa delle riserve idriche sotterranee e quindi essere in grado di prevedere gli effetti di eventuali situazioni critiche ipotizzabili in un futuro. Il modello prevedrà l'integrazione con il WP2 relativo alle acque superficiali, per inserire livelli idrometrici significativi, al fine di calcolare lo scambio idrico tra acque superficiali e sotterranee. Le valutazioni saranno fatte sulle aree in cui sarà stato possibile completare la raccolta dati: come detto, si prevede di considerare il bacino compreso tra il fiume Ticino e il fiume Oglio e quindi le province di Milano, Bergamo, Lodi e Cremona. La griglia di calcolo sarà valutata in funzione dei dati raccolti, ipotizzabile di circa 1 km.

RISULTATI ATTESI

- Integrazione della banca dati dei pozzi, con inserimento dei dati stratigrafici codificati e dei dati piezometrici connessi alle reti di monitoraggio;
- quantificazione degli impatti sul bilancio idrico sotterraneo delle variazioni di

bilancio sia antropiche che naturali. Le prime sono connesse ad espansione delle aree residenziali e industriali, differenziazione spazio temporale dei prelievi idrici, differenti scenari gestionali delle irrigazioni, quelle naturali sono legate a differenti scenari climatici o differenti rapporti tra acque superficiali e sotterranee;

- sviluppo di un modello concettuale fisico della aree campione scelte, tradotto successivamente in modello matematico tridimensionale distribuito, per riprodurre scenari di criticità già avvenuti e simulare condizioni piezometriche future;
- trasferimento delle procedure e dei risultati della ricerca agli enti operanti sul territorio, fornendo informazioni quantificate circa l'impatto di differenti scenari gestionali della risorsa idrica e fornendo protocolli di raccolta ed elaborazione dati;
- produzione dei risultati in cartografia tematica idrogeologica, con l'uso di GIS.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2005

censimento delle fonti di documentazione e raccolta delle informazioni e dei dati esistenti, relativi al bacino idrogeologico compreso tra il fiume Ticino e il Fiume Oglio, in particolare riferite alla provincia di Bergamo, Lodi e Cremona;

archiviazione dei dati puntuali con l'utilizzo di banche dati georeferenziate (dati relativi ai pozzi), ad integrazione degli esistenti; i dati raccolti devono essere organizzati, georeferenzati e codificati in una apposita banca dati che consenta di effettuare estrazioni mirate alla finalità del lavoro;

quotatura dei pozzi rispetto ad un DTM di riferimento, da concordare con le altre unità operative;

raccolta ed elaborazione dei dati piezometrici relativi alle reti provinciali e regionali, con ricostruzione della morfologia piezometrica nell'area analizzata per i periodi nei quali saranno disponibili i dati: in funzione delle serie di dati climatici analizzati dal WP1, si identificheranno dei periodi significativi sui quali ricostruire l'andamento piezometrico regionale, all'interno del modello concettuale dell'area di studio;

raccolta dei dati relativi alle voci di bilancio non trattati dagli altri WP (prelievi, irrigazioni), per i periodi temporali significativi;

predisposizione della struttura di base del codice di calcolo idoneo per il raggiungimento degli obiettivi; si determinerà la struttura idonea per l'impostazione di un modello a scala regionale, in funzione dei dati strutturali e tessiturali elaborati;

rappresentazione dei primi risultati del censimento in ambiente GIS e produzione di cartografia tematica automatizzata; tutti i dati raccolti e georeferenzati saranno rappresentati con idonei strumenti GIS per predisporre le basi per una cartografia idrogeologia tematica.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

In funzione delle attività svolte nel primo, si prevede di proseguire con le seguenti

attività:

- omogeneizzazione e completamento dell'archiviazione di tutti i dati raccolti nel primo anno di ricerca;
- valutazione del contributo dei diversi regimi pluviometrici al bilancio idrico delle acque sotterranee, stimato in alcune situazioni tipiche per tipologia climatica e per caratteristiche idrogeologiche.
- ricostruzione dell'andamento piezometrico regionale, in funzione dei dati disponibili, in periodi significativi;
- ricostruzione strutturale delle caratteristiche tessiturali ed idrogeologiche dell'area di studio, mediante l'utilizzo di modelli di calcolo tridimensionali.
- rappresentazione dei risultati in ambiente GIS e produzione di sezioni di dettaglio idrogeologiche che quantifichino i parametri analizzati.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2007

- quantificazione degli impatti sul bilancio idrico sotterraneo delle variazioni di bilancio sia antropiche che naturali. Le prime sono connesse ad espansione delle aree residenziali e industriali, differenziazione spazio temporale dei prelievi idrici, differenti scenari gestionali delle irrigazioni, quelle naturali sono legate a differenti scenari climatici o differenti rapporti tra acque superficiali e sotterranee;
- trasferimento delle procedure e dei risultati della ricerca agli enti operanti sul territorio, fornendo informazioni quantificate circa l'impatto di differenti scenari gestionali della risorsa idrica e fornendo protocolli di raccolta ed elaborazione dati;
- produzione dei risultati in cartografia tematica idrogeologica, con l'uso di GIS.

Workpackage 4

TITOLO - ACQUE SUPERFICIALI: INDICATORI DI QUALITÀ.

Responsabile: Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio Università di Milano-Bicocca – Prof. Marco Vighi

STATO DELL'ARTE

Le conseguenze dirette dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi acquatici possono consistere in un aumento delle temperature e in una modificazione dei regimi idraulici a seguito di alterazioni nei cicli delle precipitazioni. In entrambi i casi si tratta di conseguenze di difficile valutazione su scala locale e in un arco di tempo relativamente breve, sia per le capacità omeostatiche delle comunità acquatiche, sia per il gran numero di possibili fattori interferenti (ad esempio, variazione dei regimi idraulici per utilizzo delle risorse idriche).

Informazioni interessanti possono invece derivare dall'esame di altri fattori, strettamente legati a parametri climatici, quali la presenza di contaminanti organici persistenti (POP).

Il destino ambientale dei POP dipende da meccanismi di trasporto a livello troposferico, agenti sia su scala globale che locale, fortemente influenzati da cambiamenti climatici.

La concentrazione di POP nelle aree fredde del pianeta è ampiamente documentata. In questo quadro, i ghiacciai montani rappresentano un importante serbatoio temporaneo per queste sostanze. Lo scioglimento delle riserve d'acqua dei ghiacciai alpini provoca la mobilitazione di significative quantità di queste sostanze, accumulate negli anni del loro massimo uso (1950-1980). Se si considera che molti POP possono esercitare effetti nocivi sulle comunità biologiche anche a concentrazioni ambientali molto basse, a causa della loro capacità di biomagnificazione e del loro effetto come "endocrine disruptors" (Asplund et al., 1999), gli apporti glaciali possono costituire una significativa fonte di rischio per gli ecosistemi di acque superficiali. Tale rischio potrebbe essere incrementato da un aumentato scioglimento glaciale dovuto a cambiamenti climatici.

Nonostante questi problemi, i dati disponibili sul ruolo dei POP in acque d'alta quota o di scioglimento glaciale sono ancora molto scarsi (Vilanova et al., 2001, Carrera et al., 2001, Blais et al., 2001a, 2001b). Indagini preliminari su torrenti alpini di scioglimento glaciale hanno confermato la rilevanza di questi apporti. Tuttavia sembrerebbero anche confermare che, almeno nei ghiacciai maggiori, le quantità accumulate nel passato siano ancora presenti nella massa di ghiaccio (Villa et al., 2005)

OBIETTIVI

L'obiettivo del workpackage è la valutazione della presenza attuale e la ricostruzione storica dei livelli di POP negli ecosistemi acquatici lombardi, ricercando una relazione tra i trend di deposizione e le variazioni dei parametri climatici.

Verrà valutato se i cambiamenti climatici possono determinare una modificazione

dei meccanismi di trasporto su scala locale e globale. Tali valutazioni verranno basate prevalentemente su informazioni relative a dati storici misurabili per i prodotti tradizionali (pesticidi organoclorurati, PCB, ecc.), attualmente banditi o sotto rigido controllo, al fine di sviluppare sistemi di previsione per i prodotti di nuova generazione, il cui uso è attualmente in crescita.

A tal fine verranno sviluppati e applicati modelli di distribuzione ambientale di contaminanti persistenti negli ecosistemi acquatici, con particolare riferimento alla scala locale, ma con connessione con i meccanismi di trasporto globale. Speciale attenzione verrà volta ai modelli di trasferimento nelle catene trofiche (bioaccumulo e biomagnificazione). In entrambi i casi verranno utilizzati modelli di ripartizione multicompartimentale basati sul concetto di fugacità.

Verrà inoltre valutato il rischio ambientale per gli ecosistemi acquatici lombardi dovuto alla mobilitazione derivante dallo scioglimento dei ghiacci. Il contributo glaciale verrà messo a confronto con altri apporti di contaminanti persistenti.

ATTIVITÀ PROPOSTA

Verrà attivata una rete di monitoraggio negli ecosistemi acquatici lombardi per la misura delle concentrazioni di POP in acqua, nei sedimenti e nelle catene trofiche. In particolare, verranno monitorati corpi idrici (corsi d'acqua, laghi in alta quota e recettori finali) nel bacino dell'Adda. La rete idrografica del fiume Adda, per vari motivi, risulta particolarmente idonea a questo studio:

- nel bacino idrografico dell'Adda sono presenti molti dei più importanti ghiacciai lombardi;
- il sistema Adda-Lago di Como rappresenta in complesso di acque superficiali particolarmente interessante per lo studio dei trasferimenti fisico-chimici e nelle catene trofiche.

In particolare si intende attivare campagne di campionamento nei seguenti sistemi:

- Sedimenti lacustri. Verranno selezionati significativi ambienti lacustri caratterizzati da diverse condizioni sia per quanto riguarda le caratteristiche naturali (profondità, regime idraulico) sia relativamente ai diversi livelli di impatto antropico. Verranno prelevate carote di sedimento che saranno opportunamente datate e analizzate per la ricostruzione storica delle deposizioni dei composti di interesse. Si ricorda che, per gran parte dei POP, in particolare per i composti organoclorurati xenobiotici, il periodo di interesse non va oltre gli ultimi 60-70 anni.
- Acque superficiali. Verranno effettuati campionamenti in acque superficiali, con particolare riferimento alle acque di scioglimento glaciale in diverse fasi del ciclo annuale, per la valutazione del contributo di tali apporti alle acque superficiali lombarde.
- Organismi acquatici. Verranno effettuate misure in organismi acquatici appartenenti a diversi livelli delle catene trofiche lacustri e fluviali allo scopo di quantificare l'entità dei processi di bioaccumulo, biomagnificazione. Sulla base di questi dati verranno sviluppati modelli di trasferimento di POP nelle catene

trofiche lacustri e fluviali.

- Verrà effettuata una stima del rischio per gli ecosistemi acquatici lombardi tenendo conto degli effetti dei POP dovuti a diversi meccanismi d'azione tossicologica, inclusa la possibilità di agire come "endocrine disruptors".

RISULTATI ATTESI

Quadro della situazione attuale e ricostruzione storica della contaminazione da POP nei corpi idrici superficiali lombardi.

Relazioni tra i meccanismi di trasporto di POP e cambiamenti climatici, con particolare riferimento ai fenomeni su scala locale.

Stima del rischio da POP per gli ecosistemi acquatici lombardi, mettendo a confronto il contributo glaciale con contributi da altre fonti.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2005

Verrà attivata una rete di monitoraggio negli ecosistemi acquatici lombardi per la misura delle concentrazioni di POP in acqua, nei sedimenti e nelle catene trofiche.

In particolare si intende attivare campagne di campionamento nei seguenti sistemi:

acque superficiali - Verranno effettuati campionamenti in acque superficiali, con particolare riferimento alle acque di scioglimento glaciale in diverse fasi del ciclo annuale, per la valutazione del contributo di tali apporti alle acque superficiali lombarde.

organismi acquatici - Verranno effettuate misure in organismi acquatici appartenenti a diversi livelli delle catene trofiche lacustri e fluviali allo scopo di quantificare l'entità dei processi di bioaccumulo, biomagnificazione. I dati raccolti saranno la base per lo sviluppo, nelle fasi successive del progetto, di modelli di trasferimento di POP nelle catene trofiche lacustri e fluviali.

Le attività di campo sono strettamente legate ai cicli stagionali, con inizio della fase di campionamento alla fine dell'inverno (indicativamente a partire dal mese di marzo) e conclusione nel tardo autunno (indicativamente nel mese di novembre). Di conseguenza, nel 2005 sarà possibile soltanto una fase preliminare di scelta dei siti e di soluzione dei problemi logistici e organizzativi.

La campagna di monitoraggio sarà effettuata nel 2006, con prevedibile conclusione delle attività sperimentali di laboratorio nei primi mesi del 2007.

Si fa presente che, per motivi legati ai cicli stagionali, la campagna di monitoraggio deve svolgersi nell'arco di un anno solare, dalla primavera all'autunno. I risultati di cui sopra potranno quindi essere disponibili alla fine dell'anno solare 2006.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

Conclusione della fase sperimentale sulla base di eventuali necessità di approfondimenti o supplementi d'indagine emerse dai risultati del primo anno.

0. 4. 2.

Workpackages 5 e 6

TITOLO: SCENARI A SCALA DI AGRO-ECOSISTEMA.

TITOLO: MODELLI PER LA GESTIONE DEGLI IMPATTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULL'AGRO-ECOSISTEMA

Responsabile: Dip. di Produzione Vegetale, Università di Milano - Prof. Tommaso Maggiore

OBIETTIVI GENERALI

L'attività di ricerca applicata che il Dipartimento di Produzione Vegetale si propone di svolgere nell'ambito di RICLIC si articola in due principali aree di indagine scientifica:

1. simulazione dei consumi idrici e della produzione delle colture agrarie a livello territoriale lombardo: ci si propone lo sviluppo di un modello di simulazione dinamica a passo giornaliero ed a scala territoriale della produzione e dei consumi idrici delle principali colture agrarie della Lombardia. Tale modello è finalizzato ad ottenere valutazioni in merito all'entità ed alla variabilità temporale dei consumi idrici e delle produzioni lordi e nette in relazione alla variabilità climatica pregressa e prevista.

2. simulazione dell'evapotraspirazione in ambito urbano: ci si propone lo sviluppo, la calibrazione e la validazione di un modello di simulazione dinamica a passo orario dell'evapotraspirazione da coltura di riferimento (ET₀) in ambito urbano.

Ciò che distingue le due aree d'indagine è in primo luogo la scala. Infatti se la simulazione dei consumi idrici e della produzione delle colture prevede un classico approccio a mesoscala la simulazione dell'evapotraspirazione si colloca in un ambito di tipo micrometeorologico.

Si evidenziano tuttavia importanti sinergie fra i due livelli, legate al fatto che l'area lombarda è soggetta a fortissimi fenomeni di antropizzazione che si ripercuotono sulle diverse grandezze meteorologiche (temperatura, umidità relativa, vento e radiazione), grandezze che costituiscono i determinanti dell'evapotraspirazione da coltura di riferimento. Gli effetti di tali processi di antropizzazione sono tali da portarci ad affermare che ai mesoclimi naturali della regione (padano, insubrico ed alpino) si debba ormai aggiungere un ulteriore mesoclima (quello urbano), il cui comportamento dev'essere oggi monitorato con gli strumenti più idonei.

Le due tematiche d'indagine hanno alla loro base la disponibilità di data-set di variabili meteorologiche ed agronomiche idonei per le attività di calibrazione e validazione dei modelli.

MODALITA'

a. Simulazione dei consumi idrici e della produzione delle colture agrarie a livello territoriale

La modellistica di simulazione della produzione e del bilancio idrico delle colture agrarie si fonda sulla simulazione della produzione potenziale (Gross ASSimilation - GASS) che ha come variabile guida la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR).

A GASS vengono applicati anzitutto i rendimenti di traslocazione e conversione dei fotosintetati ottenendo così un'assimilazione potenziale netta (PNA -Potential Net Assimilation). PNA viene quindi decurtata in relazione alle limitazioni idriche e termiche ottenendo infine una produzione netta.

La limitazione idrica viene descritta per mezzo di un modello di bilancio idrico (Mariani, Bechini e Confalonieri, 2002) mentre la limitazione termica viene descritta considerando i limiti termici (temperature cardinali e critiche) tipici di ogni specie e cultivar. A tale schema teorico, formalizzato ad esempio da de Wit (1978) si ispira gran parte degli attuali modelli di simulazione e fra questi il modello Sim_pp (Mariani e Maugeri, 2002; Bocchi et al., 2003;), che in RICLIC verrà parametrizzato per l'applicazione alle seguenti colture: mais, soia, medica, loiessa, orzo, prato stabile, riso.

Il lavoro di ricerca sarà riferito all'intero territorio regionale lombardo e si articolerà nelle seguenti attività:

- a1. acquisizione e validazione dei dati set territoriali giornalieri di temperatura dell'aria in superficie e precipitazione su 30-50 anni
- a2. Ricostruzione dei dati mancanti tramite idonee procedure geostatistiche.
- a3. Spazializzazione riferita ad un grigliato regolare con pixel dell'ordine di 1 x 1 km. Per tale scopo sarà adottato un approccio di tipo geostatistico che tenga in debito conto le variabili correlate (quota, esposizione, ecc.).
- a4. Parametrizzazione del modello Sim_pp (Mariani e Maugeri, 2002), in funzione delle diverse colture oggetto di simulazione.
- a5. Predisposizione (analisi, sviluppo in un linguaggio ad alto livello) dei moduli necessari per garantire l'operatività del modello Sim_pp in ambito territoriale lombardo.
- a6. Esecuzione delle simulazioni sugli strati informativi storici di dati meteorologici giornalieri.
- a7. Analisi dei risultati con particolare riferimento alla classificazione delle annate agrarie esaminate in gruppi omogenei dal punto di vista del consumo idrico delle colture e della produzione.
- a8. Utilizzazione dei risultati delle simulazioni per la generazione di scenari anche in base alle indicazioni provenienti dagli altri gruppi di lavoro ed ai risultati scientifici del progetto Kyoto.
- a9. sviluppo di scenari di maggior dettaglio riferiti alla sola valle dell'Adda, in relazione al lavoro condotto dal gruppo di ricerca idrologico dell'Università di Pavia (prof. Natale).
- a10. Predisposizione di una relazione finale sui risultati conseguiti.

b. Misura e simulazione dell'evapotraspirazione in ambito urbano

Obiettivo generale di tale lavoro di ricerca è l'ottenimento di misure di ET₀ in ambito urbano anche finalizzato alla calibrazione e validazione di un modello di simulazione dell'evapotraspirazione da coltura di riferimento (Stull, 1997; Allen et al., 1998; Bonan, 2003) L'apparato sperimentale sarà così costituito:

- n. 2 lisimetri a pesata con coltura di riferimento (*Festuca arundinacea*), con apparati di pesatura automatica e sistema di registrazione elettronico.
- n. 2 stazioni micrometeorologiche dotate di data acquisition systems elettronici e di sensori di temperatura dell'aria (a due livelli), umidità relativa (a due livelli),

vento (velocità e direzione), radiazione globale e precipitazione.

Il data set sarà impiegato per calibrare e validare modelli micrometeorologici appositamente implementati e destinati a stimare l'evapotraspirazione da coltura di riferimento in condizioni urbane cercando anche di valutare il peso dei processi avvertivi sull'accuratezza delle misure.

L'importanza dell'applicazione appare evidente data la carenza diffusa di data set riferiti all'evapotraspirazione in ambito urbano.

Il lavoro di ricerca sarà riferito all'area urbana milanese, ma si mirerà a realizzare un modello il più possibile generalizzabile alle altre aree urbane regionali. Il lavoro si articolerà nelle seguenti attività:

- b1. definizione di uno standard di monitoraggio lisimetrico in ambito urbano
- b2. acquisizione della strumentazione di monitoraggio e sviluppo di un prototipo di lisimetro per applicazione urbana
- b3. collocazione della strumentazione in un ambito scelto in base a criteri di rappresentatività definiti al punto b1
- b4. esecuzione del monitoraggio con verifiche periodiche della strumentazione e dei data-set acquisiti
- b5. analisi dei dati lisimetrici e loro messa in relazione con i dati meteorologici
- b6. sviluppo di un modello di simulazione dell'ET₀ e sua calibrazione e validazione in relazione ai dati ottenuti (Allen et al., 1998; Bonan, 2003).
- b7. Predisposizione di una relazione finale sui risultati conseguiti.

E' auspicabile che la ricerca possa proseguire per l'intero triennio su cui si articola il progetto in modo tale da evidenziare in dovuta misura gli effetti della variabilità interannuale.

SINERGIE CON GLI ALTRI GRUPPI DI RICERCA

Per quanto riguarda le serie storiche di dati meteorologici giornalieri (temperatura dell'aria, precipitazione e ove possibile umidità relativa, velocità del vento e radiazione globale) necessari per il modello territoriale di produzione, si evidenzia la necessità di una interazione efficace con il gruppo di lavoro di Milano Bicocca (prof. Maggi) che si occupa del reperimento di tali dati.

Per quanto riguarda il gruppo di ricerca che opera nel settore idrologico con riferimento al bacino dell'Adda si rende necessario definire un'interfaccia con il modello territoriale di produzione in modo tale che gli scenari di disponibilità idrica individuati dal gruppo idrologico possano essere tradotti in apporti idrici a livello di singolo pixel del modello. Per fare ciò saranno definiti di comune accordo una serie di coefficienti che esprimano le perdite di adduzione.

Si sottolinea infine l'importanza della scelta di un sistema di georeferenziazione comune a tutto il progetto ed inoltre la necessità che il DEM adottato dal nostro gruppo di ricerca sia scelto di comune accordo con il coordinamento del progetto.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2005

Simulazione dei consumi idrici e della produzione delle colture agrarie a livello territoriale

- a1. Acquisizione e validazione dei data set territoriali giornalieri di temperatura

dell'aria in superficie e precipitazione su 30-50 anni.

a2. Ricostruzione dei dati mancanti tramite idonee procedure geostatistiche.

a3. Spazializzazione riferita ad un grigliato regolare con pixel dell'ordine di 1 x 1 km. Per tale scopo sarà adottato un approccio di tipo geostatistico che tenga in debito conto le variabili correlate (quota, esposizione, ecc.).

a4. Parametrizzazione del modello Sim_pp (Mariani e Maugeri, 2002), in funzione delle diverse colture oggetto di simulazione

Misura e simulazione dell'evapotraspirazione in ambito urbano

b1. definizione di uno standard di monitoraggio lisimetrico in ambito urbano

b2. acquisizione della strumentazione di monitoraggio e sviluppo di un prototipo di lisimetro per applicazione urbana

b3. collocazione della strumentazione in un ambito scelto in base a criteri di rappresentatività definiti al punto 1

b4. esecuzione del monitoraggio con verifiche periodiche della strumentazione e dei data-set acquisiti

A tali attività andranno a sommarsi le attività preparatorie e di coordinamento con gli altri gruppi di ricerca.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

Simulazione dei consumi idrici e della produzione delle colture agrarie a livello territoriale

a5. Predisposizione (analisi, sviluppo in un linguaggio ad alto livello) dei moduli necessari per garantire l'operatività del modello Sim_pp in ambito territoriale lombardo.

a6. Esecuzione delle simulazioni sugli strati informativi storici di dati meteorologici giornalieri.

a7. Analisi dei risultati con particolare riferimento alla classificazione delle annate agrarie esaminate in gruppi omogenei dal punto di vista del consumo idrico delle colture e della produzione.

Misura e simulazione dell'evapotraspirazione in ambito urbano

b4. esecuzione del monitoraggio con verifiche periodiche della strumentazione e dei data-set acquisiti

b5. analisi dei dati lisimetrici e loro messa in relazione con i dati meteorologici

A tali attività andranno a sommarsi le attività preparatorie e di coordinamento con gli altri gruppi di ricerca.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2007

Simulazione dei consumi idrici e della produzione delle colture agrarie a livello territoriale

a8. Utilizzazione dei risultati delle simulazioni per la generazione di scenari anche in base alle indicazioni provenienti dagli altri gruppi di lavoro ed ai risultati scientifici del progetto Kyoto.

a9. sviluppo di scenari di maggior dettaglio riferiti alla sola valle dell'Adda, in

relazione al lavoro condotto dal gruppo di ricerca idrologico dell'Università di Pavia (prof. Natale).

a10. Predisposizione di una relazione finale sui risultati conseguiti.

Misura e simulazione dell'evapotraspirazione in ambito urbano

b4. esecuzione del monitoraggio con verifiche periodiche della strumentazione e dei data-set acquisiti

b5. analisi dei dati lisimetrici e loro messa in relazione con i dati meteorologici

b6. sviluppo di un modello di simulazione dell'ET0 e sua calibrazione e validazione in relazione ai dati ottenuti (Allen et al., 1998; Bonan, 2003).

b7. Predisposizione di una relazione finale sui risultati conseguiti.

A tali attività andranno a sommarsi le attività preparatorie e di coordinamento con gli altri gruppi di ricerca.

Workpackage 7

TITOLO: VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI FISICI

Responsabile: Responsabili WP 1- 6

OBIETTIVI:

L'attività proposta verrà svolta in collaborazione con i WP 1-6 in modo da adottare una metodologia comune.

Sulla base di dati storici e delle modellazioni verranno individuate le aree e le strutture che hanno subito impatti causati dalle variazioni climatiche negli ultimi anni.

In particolare verranno evidenziate le intensità sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo in relazione agli elementi e strutture antropiche coinvolte (vedere i WP relativi).

Ciò permetterà di effettuare una valutazione degli impatti fisici in un quadro sinottico che comprende le varie componenti ambientali ai fini di superare le limitazioni attuali connesse all'analisi dei singoli tematismi. Inoltre sarà possibile meglio identificare le relazioni causa-effetto di tali fenomeni tra le varie componenti. Sarà così possibile ad esempio relazionare la scarsa disponibilità di risorse idriche superficiali e della loro distribuzione con la distribuzione e disponibilità di quelle sotterranee in funzione del loro utilizzo per ridurre gli impatti. Contestualmente sarà anche possibile individuare e definire gli effetti indotti da un uso della risorsa localizzata spazialmente e temporalmente, in assenza di una visione completa e sistemica.

RISULTATI ATTESI:

Questo workpackage sarà attivo a partire dal 2006 in funzione dei dati che verranno forniti dagli altri WP's

In particolare:

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

1. Definire gli impatti fisici storici nell'area Lombarda.
2. Sulla base del punto uno, validare le simulazioni dei processi oggetto di studio.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2007

3. Fornire dati validati per i modelli di valutazione dei danni

Workpackage 8

Titolo: VALUTAZIONE ECONOMICA DEI DANNI E DEI RISCHI

Responsabile: Dip. Economia e Politica Agraria, Agroalimentare, Ambientale, Università degli Studi di Milano. **Prof. Paolo Giacomelli**

STATO DELL'ARTE

I fenomeni meteoroclimatici generano effetti diretti ed indiretti di rilievo sui comportamenti sociali e sulle attività economiche, in particolare in un territorio, come quello lombardo, caratterizzato da una densità abitativa, da una presenza di strutture produttive ed infrastrutture che non ha paragoni in Italia.

La Regione, già in alcuni ambiti (ad esempio si cita il settore della difesa idrogeologica) sta dotandosi di strumenti per la comprensione dei rischi e per la successiva corretta allocazione delle risorse finanziarie per interventi preventivi, di mitigazione.

Mancano in ogni caso informazioni puntuali circa i danni potenziali derivanti da eventi meteoroclimatici, e l'eventuale attenzione sulla variabile economica è puntata sui soli beni privati assicurabili che possono essere danneggiati (abitazioni ed autoveicoli).

Recenti ricerche finanziate dalla Unione Europea nell'ambito del V° P.Q. (in particolare nel progetto ALARM), dimostrano l'importanza di valutare i danni economici diretti, ma soprattutto quelli indiretti, derivanti da fenomeni naturali, poiché solo la corretta percezione del danno potenziale può consentire di gestire in modo efficiente ed efficace il rischio associato.

OBIETTIVI

L'analisi economica degli effetti regionali di carattere climatico sul sistema antropico ha come obiettivo principale la valutazione dei danni diretti, indiretti e dei rischi derivanti da fenomeni naturali, ed in particolare di origine meteorologica.

Devono essere intesi, come danni diretti, tutte le conseguenze, misurabili in termini economici, connesse a singoli eventi di origine meteorologica. Si tratta in pratica di acquisire (o stimare laddove manchino descrizioni o previsioni) le informazioni relative agli effetti fisici, e di esprimerle adeguatamente su base monetaria. Normalmente un rilevante problema associato a questa fattispecie è la eventuale valutazione del valore della vita umana, laddove il singolo evento potenziale possa far prevedere anche la morte di persone. Nell'ambito di questa ricerca si cercherà di capire se vi sono effettivamente casualties potenziali, ma non di attribuire alle stesse un valore monetario.

La valutazione dei danni indiretti presuppone una attenta comprensione dei comportamenti economici e sociali locali, in modo da stimare le conseguenze di tipo indiretto, associate al fenomeno: a puro titolo d'esempio si citano ritardi, tempi persi, malattie professionali che provocano riduzioni di reddito.

Il problema del rischio verrà affrontato alla luce della pericolosità degli eventi naturali, espressa con riferimento alla probabilità di accadimento (tempi di ritorno) ed alla dimensione dei fenomeni.

ATTIVITÀ PROPOSTA

Lo sviluppo del progetto di ricerca, in questo workpackage, al fine di sviluppare l'analisi economica dei danni e dei rischi, prevede una serie di fasi.

La prima è la realizzazione di un'indagine volta ad identificare analiticamente, con un sistema di screening (simile a quelli adottati nelle valutazioni d'impatto ambientale, ma rivolto in via prevalente al comparto socio-economico), le persone e le attività coinvolte dai fenomeni naturali indagati.

La seconda fase prevede di identificare una o più aree campione, di dimensioni limitate, sulle quali valutare le dinamiche socio-economiche locali e focalizzare i driver dello sviluppo. Ciò avverrà attraverso l'elaborazione di informazioni ottenute in ambito ufficiale ed in ambito locale, eventualmente attraverso un sistema di rilevazioni dirette, volte al controllo delle variabili di maggiore importanza.

La terza fase prevede di:

- evidenziare il/i fenomeni potenziali,
- descrivere i danni fisici derivanti da tali fenomeni,
- stimare i danni economici connessi in forma diretta all'evento,

nelle aree campione selezionate in precedenza.

La quarta fase valuta i danni di carattere indiretto, che toccano anche soggetti non necessariamente coinvolti in forma diretta dall'evento stesso, e non necessariamente presenti in via continuativa nella zona, ma ad esempio utilizzatori della stessa (turisti, utilizzatori rete stradale, rete energetica, mezzi pubblici, ecc.).

RISULTATI ATTESI ANNI 2006-2007

Questo workpackage verrà attivato a partire dal secondo anno di progetto, in funzione dei dati disponibili dagli altri WP's.

I risultati delle attività consentono di mettere in luce, in forma quantitativa, le criticità derivanti dai fenomeni naturali di origine meteorologica e dalle dinamiche, di parametrare le risorse da impiegare per la gestione del rischio alle conseguenze che derivano dai fenomeni stessi.

Anche la quantificazione dei danni indiretti rappresenta un'informazione fondamentale per comprendere in modo esaustivo le conseguenze derivanti dai fenomeni.

L'identificazione di elementi (manufatti, infrastrutture, attività) particolarmente sensibili e/o particolarmente rilevanti in ambito locale consentirà di avviare azioni di coordinamento (da parte dell'ARPA) degli interventi in forma organica e finalizzata alle esigenze effettive dei residenti e delle attività economiche sul territorio.

La previsione delle forme di danno economico consente di orientare le decisioni di gestione del territorio, con riferimento allo sviluppo locale delle reti di monitoraggio, alle previsioni d'uso dei suoli, alla allocazione delle risorse finanziarie per la difesa idrogeologica.

Lo sviluppo dell'attività consentirà inoltre di ottenere un altro risultato rilevante : la predisposizione di una metodologia operativa applicabile in qualsiasi ambito territoriale.

Workpackage 9

TITOLO: VALUTAZIONE DEI RISULTATI ED OTTIMIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE (END USER ACTIVITY)

Responsabile: A.R.P.A. Lombardia – Dr. Enrico Zini

STATO DELL'ARTE

L'alta professionalità tecnico scientifica e la conoscenza dettagliata del territorio permettono ad ARPA di svolgere un'efficace azione di supporto degli Enti Locali e alle Istituzioni in merito alle problematiche ambientali.

In questo senso si iscrive il notevole interesse di ARPA per l'analisi delle problematiche a scala regionale connesse ai cambiamenti climatici, con particolare attenzione al monitoraggio degli eventi estremi.

La complessità di tale analisi presuppone il superamento della visione per comparti e matrici ambientali che storicamente ha riguardato le problematiche ambientali, per passare invece ad una visione sistemica che integri in un modello concettuale cause/effetti gli impatti ambientali e socio-economici.

In quest'ottica si inserisce la partecipazione e la promozione del progetto RICLIC da parte di ARPA Lombardia nella duplice veste di:

- **fornitore di dati idro-nivo-meteorologici**, grazie alla complessa rete di monitoraggio acquisita in questi anni da ARPA integrando differenti reti di monitoraggio, sviluppate originariamente per diverse finalità e che richiedono ora di essere armonizzate per potere fornire dati maggiormente significativi ai fini del monitoraggio dei cambiamenti climatici;
- **fruitore dei prodotti e dei risultati del progetto**, in quanto ente di supporto tecnico-scientifico agli enti decisori per le tematiche di interesse ambientale.

OBIETTIVI

Gli amministratori regionali e locali sono sempre più spesso chiamati a dover gestire gli impatti e le emergenze provocate direttamente o indirettamente dagli effetti dei cambiamenti climatici che si traducono a livello regionale in una intensificazione degli eventi estremi quali siccità, alluvioni e onde di calore, con notevoli ripercussioni economiche e sociali.

In quest'ottica, obiettivo primario di ARPA nell'ambito del progetto RICLIC è dunque arrivare a una visione di insieme delle problematiche connesse all'influenza sul ciclo delle acque di differenti scenari meteo-climatici, in modo da poter supportare gli Enti Decisori, per quanto di competenza, nelle attività di pianificazione (territoriale; economica) e di programmazione.

Quindi, ARPA si propone di poter arrivare a testare una metodica, per l'area campione individuata, che partendo dalla definizione delle principali driving force che agiscono in commistione coi cambiamenti climatici, giunga a utilizzare modelli e scenari che permettano di valutare la risposta del sistema cambiando i parametri meteorologici, e le variabili antropiche in gioco (regolazione invasi,

regolazione grandi laghi; gestione rete irrigua).

ATTIVITÀ PROPOSTA

FASE STRATEGICO/PIANIFICATORIA

Durante il primo anno di attività, in collaborazione con i WP e il gruppo coordinatore, saranno concordati gli standard operativi (quali a esempio, codifiche univoche; glossario; sistema di coordinate di riferimento; aree di indagine; scale temporali e spaziali ecc) e le specifiche tecniche per la definizione dei flussi informativi e la realizzazione di un sistema per la condivisione delle banche dati di competenza dei differenti WP.

Parallelamente si avvierà nel primo anno l'analisi preliminare congiunta con i responsabili dei singoli WP per la definizione degli obiettivi e dei risultati attesi; la collaborazione con i singoli WP procederà nel corso dell'intero progetto per la definizione condivisa *in itinere* sia degli input che dei prodotti attesi, intermedi e definitivi, quali:

- Definizione dei parametri di interesse (sia naturali che relativi all'attività antropica) per i differenti scenari che saranno creati dai WP;
- rappresentazione tematiche dei risultati attesi;
- indicatori;
- metodiche di informatizzazione e pubblicazione Web dei risultati.

L'attività di ARPA sarà anche volta a favorire l'armonizzazione tra le attività portate avanti dai differenti WP, attraverso la condivisione delle conoscenze, delle basi dati, e dei risultati, in quanto i prodotti di un WP spesso costituiranno input per le attività di altri.

FASE PRATICO/OPERATIVA

ARPA Lombardia spenderà grandi energie nel recupero delle serie storiche di dati delle differenti reti di recente acquisizione precedentemente descritte.

In particolare, durante i tre anni di attività, si procederà a:

- Analisi approfondita dei dati storici cartacei disponibili e pianificazione della loro digitalizzazione;
- Digitalizzazione delle serie storiche relative alle reti acquisite da ARPA Lombardia, partendo dai dati più recenti;
- Integrazione degli eventuali dati mancanti, mediante interpolazione da ambiti omologhi e statisticamente entro la serie;
- Validazione dei dati.

I dati via via digitalizzati e validati saranno resi disponibili agli altri WP.

FASE DI VERIFICA E SPERIMENTAZIONE

Come indicato, ARPA ricopre anche il ruolo di utente finale (end user) del progetto.

In tal senso, ARPA sarà impegnata durante il triennio a valutare i risultati degli altri WP, testando la fruibilità e la rispondenza agli obiettivi dei prodotti e dei risultati

forniti.

ARPA acquisirà dunque dagli altri WP schemi e modelli concettuali con le relative rappresentazioni grafiche delle catene cause/effetti, modelli di simulazione, scenari, indicatori, cartografia tematica e gli altri prodotti realizzati, oltre alle necessarie conoscenze per l'utilizzo di tali strumenti, sia attraverso documenti e report tecnici che tramite giornate di affiancamento.

RISULTATI ATTESI

Arpa Lombardia riceverà dai partner, oltre ai dati elaborati, anche valutazioni sulla significatività dei dati e indicazioni metodologiche su come rendere più efficiente la propria capacità di monitoraggio, particolarmente per gli impatti a scala regionale prodotti dai cambiamenti climatici.

Arpa utilizzerà direttamente i dati provenienti dalla raccolta dei dati climatologici, delle serie storiche e delle elaborazioni spazio-temporali per visualizzare la dinamica dei fenomeni che hanno risentito dell'impatto a scala regionale dei cambiamenti climatici.

L'utilizzo integrato dei dati elaborati e delle metodologie implementate con il progetto, consentirà ad ARPA al contempo di completare e validare le serie storiche eventualmente mancanti di dati, e di aumentare l'efficacia della propria attività di supporto alle politiche decisionali dalla Regione e degli enti territoriali, per quanto riguarda gli interventi per la mitigazione degli effetti dovuti alle variazioni climatiche.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2005

Analisi Iniziale congiunta con i referenti degli altri WP

- Definizione di standard e specifiche tecniche per favorire l'integrazione e l'omogeneità delle differenti attività;
- Studio di fattibilità per la condivisione di banche dati;
- Definizione con i singoli WP degli obiettivi di interesse per ARPA Lombardia in quanto end user.

Analisi interna Banche dati ARPA Lombardia idro-nivo-meteo

- Condivisione Banche Dati di ARPA Lombardia con gli altri WP, per i dati già informatizzati;
- Pianificazione delle attività di digitalizzazione e validazione delle serie storiche.

Avvio collaborazione Consorzio Adda

- Condivisione dei dati di interesse per il progetto

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2006

Analisi Output prodotti dagli altri WP per il primo anno

- Verifica obiettivi previsti per il 2005 rispetto alle esigenze istituzionali di ARPA Lombardia.
- Definizione prodotti attesi dalle attività dei singoli WP per il 2006.

Implementazione delle Banche Dati idro-nivo-meteo di ARPA Lombardia

5. Avvio della digitalizzazione delle serie storiche in collaborazione con i singoli WP secondo le priorità definite;

6. Condivisione dei dati disponibili in formato digitalizzato.

PROPOSTA DI ATTIVITÀ PER L'ANNO 2007

Analisi degli output prodotti dagli altri WP

- Formazione del personale ARPA all'utilizzo di modelli e scenari prodotti;
- Verifica degli scenari e dei modelli prodotti dagli altri WP.

Implementazione delle Banche Dati idro-nivo-meteo di ARPA Lombardia

- Conclusione dell'attività di digitalizzazione secondo quanto stabilito in fase di pianificazione.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Asplund, L., Athanasiadou, A., Bergman, A., Börjesson, H., 1999. Organohalogen substances in muscle, egg and blood from healthy Baltic salmon (*Salmo salar*) and Baltic salmon that produced offspring with the M74 syndrome *Ambio* 28, 67-76.
- Blais J. M., Schindler D. W., Muir D. C. G., Sharp M., Donald D., Lafreniere M., Braekevelt E., Strachan W. M. J., 2001a. Melting glaciers: A major source of persistent organochlorines to subalpine Bow Lake in Banff National Park, Canada. *Ambio* 30, 410-415.
- Blais, J.M., Schindler, D.W., Sharp, M., Braekevelt, E., Lafrenière, M., McDonald, K., Muir, D.C.G., Strachan, W.M.J., 2001b. luxes of semivolatile organochlorine compounds in Bow Lake, a high-altitude, glacier-fed, subalpine lake in the Canadian Rocky Mountains. *Limnol Oceanograph*. 46, 2019-2031.
- Bocchi S., Confalonieri R., Mariani L., Martin S., 2003. Evaluation of growth and productivity model integrated with remote sensing techniques, Proceedings of CGMS Expert Meeting 2002, European Community, JRC, session 3.
- Bonan G., 2002. Ecological climatology, concepts and applications, Cambridge Univ. Press, 678 pp.
- Carrera, G., Fernández, P., Vilanova, R. M., Grimalt, J. O., 2001. Persistent organic pollutants in snow from European high mountain areas. *Atmos. Environ.* 35, 245-254.
- Confalonieri R., Mariani L., Bocchi S., 2005. Analysis and modelling of water and near water temperatures in flooded rice (*Oryza sativa* L.), *Ecological Modelling*, Volume 183, Issues 2-3, 25 April 2005, Pages 269-280
- Giacomelli P., 2002, Sostenibilità nell'uso dell'acqua per scopi irrigui e ruolo dei Consorzi, Atti della Conferenza Internazionale: Acqua e irrigazione, CREMONA, 22-24 settembre 2001, Regione Lombardia
- Giacomelli P. et al., 2003, La valutazione del rischio di frana, *Aestimum*, n.42, pp.31-52
- Giacomelli P., 2000, La valutazione delle risorse nei territori rurali. Atti del 30° Incontro di Studio del CESeT, Gestione delle risorse naturali nei territori rurali e nelle aree protette: aspetti economici, giuridici ed estimativi.
- Kottegoda N.T., L.Natale, E.Raiteri, I.Saccardo (1998): A Stochastic Model of Daily Flows in a Higly Developed Basin, Selected papers from the Intl Conference on Statistical and Baysian Methods in Hydrological Sciences, IHP-V Technical Documents in Hydrology / No.20, UNESCO, Paris: pp. 235-250
- Kottegoda N.T., L.Natale, E.Raiteri (2000): Statistical modelling of daily streamflows using rainfall input and curve number technique, *Journal of Hydrology* 234 (2000): pp. 170-186
- Kottegoda N.T., L.Natale, E.Raiteri (2003): A parsimonious approach to stochastic multisite modelling and disaggregation of daily rainfall, *Journal of Hydrology* 274 (2003): 47-61
- Kottegoda N.T. , L. Natale, E. Raiteri (2004): Some considerations of periodicity and persistence in daily rainfalls, *Journal of Hydrology* 296 (2004): 23-37

- Larcher W., 1996. *Physiological plant ecology*, Springer.
- Mariani L., Maugeri M., 2002. Alcune considerazioni di tipo agro-climatico su serie storiche della Sicilia Orientale, in *Atti di AIAM 2002*, Acireale, pagg. 84-95.
- Mariani L., Bechini L., Confalonieri R., 2002. Cambiamento climatico e coltura del mais nella pianura lombarda, *Atti della Conferenza Internazionale Acqua e Irrigazione*, Cremona, 25-27 settembre 2001, 294 – 296.
- Peixoto J.P., Oort A.H., 1992. *Physics of climate*, American Institute of Physics, New York, 520 pp.
- Stull R.B., 1997. *An introduction to boundary layer meteorology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 670 pp.
- Vilanova R., Fernandez P., Martinez C., Grimalt J. O., 2001. Organochlorine Pollutants in Remote Mountain Lake Waters *Journal of Environmental Quality* 30, 1286-1295.
- Villa, S., Negrelli, C., Maggi, V., Finizio, A., Vighi M., 2005. Organochlorine compounds in ice melting water from Italian Alpine rivers. *Ecotox. Environ. Saf.* (In press)
- de Wit, C.T., 1978. *Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops*, PUDOC, Wageningen, 141 pp.

QUESTIONS FOR POLICY-MAKERS

1. Si possono tracciare scenari climatici futuri (significativi e coerenti con quelli dell'IPCC) in termini di precipitazioni, temperature, eventi estremi, tali da fornire una base attendibile per la pianificazione della gestione delle acque (disponibilità e qualità) in Lombardia nei prossimi decenni?
2. E' possibile predisporre adeguati strumenti modellistici per lo studio della formazione delle risorse idriche (incluso il contributo nivale e glaciale) e per l'analisi del trasporto, della distribuzione e della gestione della risorsa idrica anche in funzione dei suoi usi finali?
3. E' possibile definire gli effetti delle predette variazioni di bilancio di massa dei corpi idrici superficiali sulle risorse idriche sotterranee in termini di quantità e qualità, in funzione di differenti scenari di prelievi e di utilizzo (civile, industriale, agricolo)?
4. E' possibile definire con una certa attendibilità i potenziali impatti sul territorio, sull'economia (in particolare l'agricoltura), sulle infrastrutture, delle variazioni del sistema idrico lombardo in funzione degli attesi cambiamenti climatici?
5. Quali sono i principali effetti "fisici" negativi derivanti da fenomeni estremi: quali settori/attività/beni risultano coinvolti in modo consistente e quali settori/attività/beni sono particolarmente sensibili anche a fenomeni di portata limitata.
6. Quali potranno essere gli impatti del cambiamento climatico (variazioni di precipitazione, temperature, periodi di siccità estremi termici, eventi estremi) sulle attività agricole e in generale sull'uso dei suoli (in termini di disponibilità, qualità delle acque, di produttività, di specifiche pratiche agronomiche, di mobilizzazione di sostanze eutrofiche o inquinanti)?
7. Quali sono i danni economici e/o le strutture/attività sensibili?
8. E' possibile ipotizzare utilizzi differenti delle risorse idriche al fine di ridurre gli impatti su di esse degli attesi cambiamenti climatici?
9. Come potranno contribuire i risultati ottenuti a proporre una strategia di utilizzo delle risorse idriche nell'area di studio e, con una definita approssimazione, all'intera regione?
10. Quali sono i principali strumenti conoscitivi e metodologici che alla fine del progetto saranno utili ai decisori politici e ai responsabili degli enti di controllo ambientale della regione?