

Regional Impact of Climatic Change in Lombardy Water Resources: Modelling and applications (RICLIC-WARM)

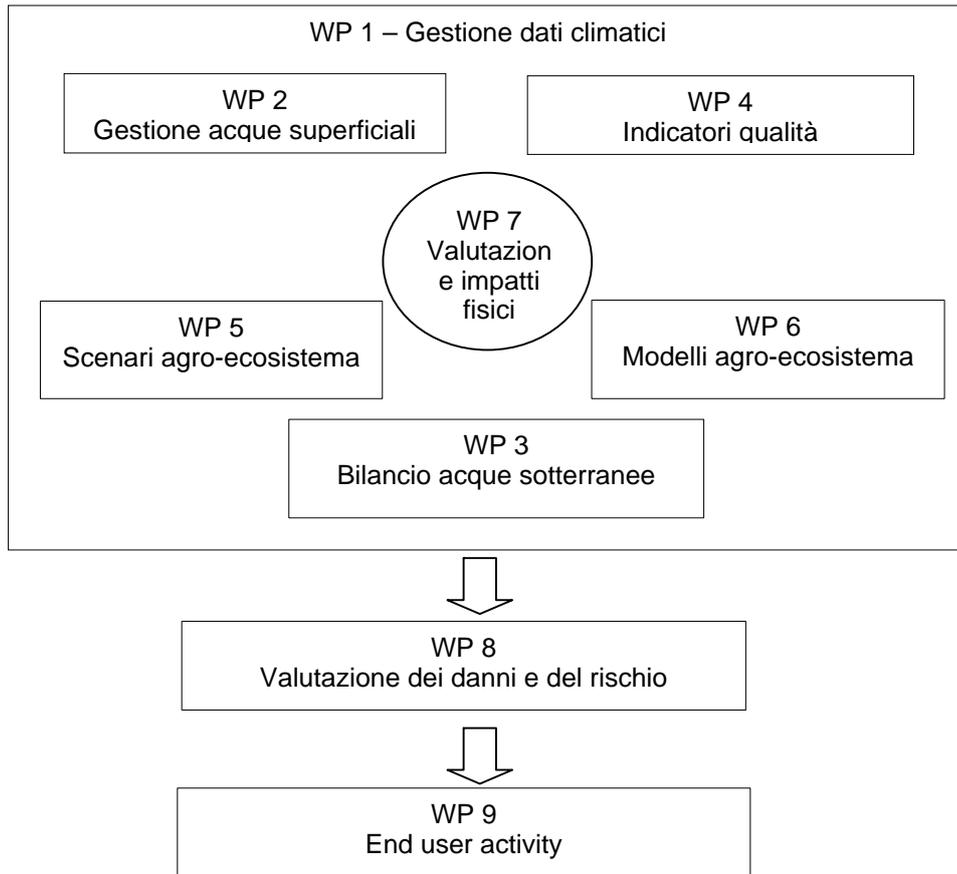
**Riassunti/Abstracts
del primo Anno di attività**

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

Ottobre 2006

Schema del progetto



Lista dei Partecipanti

ruolo	Ente	Dipartimento	Responsabile	Acronimo
CO	Università di Milano-Bicocca	Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio	Prof. Angelo Cavallin	DISAT-UNIMIB
WP1	Università di Milano-Bicocca	Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio	Prof. Valter Maggi	DISAT-UNIMIB
WP2	Università di Pavia	Dip. Ingegneria Idraulica e Ambientale	Prof. Luigi Natale	IDRA-UNIPV
WP3	Università di Milano-Bicocca	Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio	Dott.ssa Tullia Bonomi	DISAT-UNIMIB
WP4	Università di Milano-Bicocca	Dip. Scienze dell'Ambiente e del Territorio	Prof. Marco Vighi	DISAT-UNIMIB
WP 5-6	Università di Milano	Dip. di Produzione Vegetale	Prof. Tommaso Maggiore	DIPROVE-UNIMI
WP8	Università di Milano	Dip. di Economia e Politica Agricola, Agro-alimentare e Ambientale	Prof. Paolo Giacomelli	DEPAAA-UN IMI
WP9	ARPA Lombardia		Dott. Enrico Zini	ARPA Lombardia

ATTIVITA' DI COORDINAMENTO

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

Nel primo anno di attività sono state organizzate le seguenti riunioni operative sia a carattere generale che ristrette ad alcuni gruppi di lavoro :

- **5 settembre 2005**

Riunione operativa presso sede centrale Arpa Lombardia

Partecipanti: Maggi, Lacavalla, Canepa; Mariani, Cola; Serra, Sulis.

Oggetto: prime indicazioni su raccolta dati, informazioni su archivi presenti in Arpa, dati d'interesse per i WP1, WP3, WP5/6.

- **15 settembre 2005**

Riunione operativa generale presso DISAT - Università di Milano– Bicocca

Partecipanti: Cavallin, Maggi, Lacavalla, Bonomi, Canepa, Cucinato; Natale; Sulis, Zini

Oggetto: aspetti amministrativi legati alla convenzione e ai vari comitati, suddivisione del budget di progetto tra i partner

- spese e attività previste per il primo anno di lavoro per i wp presenti

- **14 ottobre 2005**

Riunione operativa generale presso sede centrale Arpa Lombardia

Partecipanti: Canepa, Cucinato, Lacavalla, Cola, Mariani, Sulis, Manenti, Martinelli

Oggetto: verifica delle esigenze di ricerca dei WP's e dimensionamento dell'attività di raccolta dei dati meteo-climatici. Temi in discussione:

1. Esigenze di dati meteo-climatici da parte dei WP
2. Distribuzione e fittezza della rete di monitoraggio Arpa e confronto con altri dati a disposizione
3. Indicazione della copertura temporale necessaria
4. Determinazione della gerarchia del dato meteo-climatico e formati disponibili
5. Definizione dello step di integrazione dei dati meteorologici.

- **6 dicembre 2005**

Riunione operativa presso DISAT, Università di Milano– Bicocca

Partecipanti: Bonomi, Cavallin, De Amicis, Del Rosso, Fumagalli, Sironi, Bellomi, Bravi, Zini.

Oggetto: problematiche relative alla raccolta dati piezometrica, impostazione e strutturazione del database.

- **13 marzo 2006**

Riunione operativa generale presso DISAT, Università di Milano– Bicocca

Partecipanti: Bonomi, Cavallin, Canepa, Del Rosso, Fumagalli, Lacavalla, Maggi, Cola, Maggiore, Parisi, Bria, Fugazza, Natale

Oggetto:

1. futura riunione in ARPA il 27 marzo 2006
2. informativa su riunione tecnica tenuta in Regione Lombardia il 1 marzo 2006
3. finanziamenti Riclic per il 2007

4. gestione delle sovrapposizioni e collaborazioni con progetto Kyoto

• **17 marzo 2006**

Riunione operativa presso DISAT, Università di Milano– Bicocca
Partecipanti: Bonomi, Canepa, Del Rosso, Lacavalla., Cola, Parisi, Bria
Oggetto: definizione della strategia di raccolta dati idro-meteo-climatici

• **27 marzo 2006**

Presentazioni stato di avanzamento del progetto Riclic presso sede centrale Arpa Lombardia

Partecipanti: Bizzotto, Bonomi, Cavallin, Canepa, Del Rosso, Fumagalli, Lacavalla, Maggi, Cola, Maggiore, Mariani, Parisi, Bria, Fugazza, Gamba, Natale, Zini & Sistemi Informativi, U.O. Acque sotterranee, U.O. Idrografia.

Oggetto:

1. presentazione attività svolta fino a marzo 2006 dei WP1, 2, 3, 5/6
2. richiesta di ulteriori dati necessari per lo sviluppo delle attività di elaborazioni future
3. discussione problematiche connesse alla raccolta dati

• **10 aprile 2006**

Seminario di presentazione dei WP 5/6, Facoltà di Agraria, Università Milano

Partecipanti: Bonomi, Cavallin, Canepa, Del Rosso, Fumagalli, Lacavalla, Acutis, Bechini, Cola, Filippi, Gasparini, Maggiore, Mariani, Parisi, Bria, Fugazza, Bellingeri, Bellomi, Favaron, Lussana, Maffei, Maggi M., Russo, Valentini, Zini

Programma dei lavori:

- Tommaso Maggiore, Luigi Mariani, Gabriele Cola, Simone Parisi (Unimi-Diprove): Approfondimento delle metodologie del WP5/6
- Cristian Lussana (Arpa): Esperienze in ARPA di stima della evapotraspirazione.
- Marta Maggi, Dario Bellingeri (Arpa): Esperienze in ARPA di utilizzo delle immagini MODIS per il monitoraggio degli stress idrici e per la classificazione delle tipologie di seminativi in supporto alla stima della evapotraspirazione
- Luca Bechini (Unimi-Diprove): Esperienze di modellistica dei sistemi colturali
- Marco Acutis (Unimi-Diprove): Esperienze di modellizzazione del ruscellamento, dell'erosione e del leaching
- Discussione generale

• **17 luglio 2006**

Seminario Riclic presso sede centrale Arpa Lombardia

Partecipanti: Bizzotto, Cavallin, Canepa, De Amicis, Del Rosso, Fumagalli, Lacavalla, Maggi, Sironi, Vighi, Brambilla, Cola, Giacomelli, Mariani, Parisi, Bria, Gamba, Lisini, Natale, Bellomi, Bellingeri, Manenti, Serra, Zini, Bartesaghi

Oggetto:

1. presentazione stato di avanzamento del WP2
2. ricerche e applicazione dello SWE presso Arpa
3. presentazione: "valutazione della copertura nevosa tramite immagini satellitari" sviluppata da dipartimento di ingegneria elettronica di Pavia
4. stato di avanzamento del database e server presso DISAT
5. creazione gestione del sito Web Riclic
6. problematiche e progetti relativi al reticolo idrografico e problematiche annesse alla definizione e utilizzo di un DTM univoco e valido per la Lombardia
7. presentazione attività previste da WP4 e WP8

8. definizione della riunione di fine anno attività nel giorno 19 settembre 2006

- **19 settembre 2006**

Riunione fine anno attività 2006 presso DISAT, Università di Milano– Bicocca

Partecipanti: Bizzotto, Cavallin, Canepa, De Amicis, Del Rosso, Fumagalli, Lacavalla, Maggi, Sironi, Brambilla, Cola, Giacomelli, Maggiore, Mariani, Parisi, Rossetti, Bria, Fugazza, Lisini, Natale, Manenti, Zini, Bartesaghi

Oggetto:

1. Stato dell'arte del primo anno di attività per ciascun WP
2. Consuntivo spese finanziarie
3. proposte attività 2007 e piano finanziario relativo in funzione della riunione del consiglio amministrativo della FLA del 3 ottobre 2006
4. definizione della struttura del report tecnico finale primo anno di attività da consegnare alla FLA.

Workpackage 1

Titolo: Gestione e controllo delle serie di dati climatici.

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

Collaboratori: Dott. Matteo Lacavalla – Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio -Università degli Studi di Milano-Bicocca.

L'attività svolta dal WP1 nel primo anno di lavoro ha permesso di selezionare le stazioni meteorologiche con le serie termo-pluviometriche più consistenti all'interno del Bacino Idrogeologico del fiume Adda.

La possibilità di usufruire di banche dati meteorologiche informatizzate ha velocizzato le procedure di digitalizzazione. Quest'attività è stata svolta in stretta collaborazione con l'Unità Operativa Idrografia - ARPA, il Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università di Milano e il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università di Pavia e tuttora è in via di sviluppo attraverso la digitalizzazione dei dati termo-nivo-pluviometrici delle stazioni poste nel bacino sopralacuale.

La gestione dei dati nei diversi formati digitali ha necessariamente comportato lo sviluppo di procedure per uniformare i dati in un unico prototipo facilmente aggiornabile e caricabile in un database temporaneo in fase di allestimento.

Si è creata un'anagrafica delle stazioni con alcune informazioni base, legate alla posizione e al tipo di sensore; è in progetto un recupero più dettagliato di informazioni e di metadati che permetterà di ricostruire la storia della stazione.

La digitalizzazione da Annali e da Schede ha fatto emergere una serie di problematiche legate alle serie meteo-climatiche. Lo sviluppo di una serie di controlli di qualità dei dati ha permesso di eliminare i principali problemi legati alla loro registrazione.

Si è effettuata un'indagine preliminare della climatologia del bacino sub-lacuale per evidenziare caratteristiche climatiche ricorrenti: stagionalità delle precipitazioni, delle temperature, valori medi annuali delle grandezze meteo esaminate.

Infine si è sviluppato uno studio dei principali "eventi estremi" avvenuti in Lombardia nell'ultimo cinquantennio: ondate di gelo, di calore, siccità e alluvioni.

L'analisi ha messo in luce variazioni importanti non solo ai regimi termo-pluviometrici ma anche alle frequenze degli eventi estremi, imputabili al Cambiamento Climatico in atto.

Gli effetti si manifestano e si ripercuotono sul territorio Lombardo, sia sulla disponibilità delle risorse idriche sia sugli ecosistemi naturali, questi ultimi profondamente modificati dalle attività umane. E' dunque indispensabile che le elaborazioni meteo-climatiche siano integrabili e confrontabili con quelle idrogeologiche, idrologiche, di sviluppo e produzione agricola per ottenere una visione trasversale del Globale Change che si manifesta anche a scala regionale e fornire quindi degli strumenti per la pianificazione e la gestione politico-economica del territorio lombardo.

Workpackage 1

Object: Climatic Datasets management on the Adda basin.

Leader: Prof. Valter Maggi – Environmental Department - University of Milano-Bicocca.

Collaborators: Dott. Matteo Lacavalla – Environmental Department - University of Milano-Bicocca.

During the first activity year we have selected the meteorological stations with the longest thermo- pluviometric series in Adda basin.

Data from manual and mechanical gauges and thermometer are considered in order to gather the information for the period as longer as possible.

The digitalization activity is developed with Arpa Lombardia, Di.Pro.Ve. and D.I.I.A. and this work is going on matching the data also for snowfall, rainfall and temperature in Valtellina area.

A temporary database has been planned to conform, manage and query data.

Metadata are crucial for understanding and interpretation of data. In climatological research this kind of information is very important. We have found metadata which contain the location of meteorological station (geographical coordinates, elevation), instruments on the stations and methods of observation and measurements and we have created a register for each station. We are planning a more detail research about the past location of the stations, the change of instruments (date of placing and removing) and observers (name, profession, address, period of observation).

We have developed a control quality check to delete the principal errors and mistakes and we are planning to validate these data.

We have carried out a preliminary investigation into sublacual Adda basin to underline changes in climate variability and climate extremes. We have noticed important variations to thermo-pluviometrics trends due to modifications of general circulation over Europe. An obtained significant correlation between the North Atlantic Oscillation (NAO) activity and precipitation variability implies that the NAO may account for a large fraction of precipitation variability.

This signature of the NAO in climatic variables is strongly regional.

The effects of this variability are remarkable in Lombardy area where the surface and ground water become the most important resource to manage by regional public authorities.

Workpackage 2

Titolo: Risorsa idrica superficiale: razionalizzazione del suo uso.

Responsabile: Prof. Luigi Natale - Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale - Università di Pavia.

Collaboratori: Ing. Mario Fugazza, Ing. Ugo Moisello, Ing. Nathabandu Kottegoda, Ing. Enrico Raietri, Ing. Gabriele Bria, Ing. Gianni Lisini - Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale - Università di Pavia.

L'attività del gruppo di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università di Pavia per il Workpackage 2 (WKP2) ha l'obiettivo di definire plausibili scenari di disponibilità di risorsa idrica per l'analisi della gestione dei prelievi e dell'uso della risorsa nel bacino dell'Adda: a tale scopo, il progetto mira a fornire un modello operativo di simulazione dei processi di generazione delle precipitazioni e di formazione dei deflussi .

Lo studio è stato inizialmente focalizzato sul bacino del Mallerio (Valmalenco), mettendo a punto un modello di simulazione del processo di formazione e propagazione dei deflussi capace di rappresentare situazioni particolarmente complesse sia dal punto di vista idrologico che gestionale. Infatti nel bacino preso in esame la presenza dei ghiacciai e di abbondanti precipitazioni nevose nel periodo invernale, rende necessaria l'utilizzazione di modelli che tengano conto dell'accumulo e dello scioglimento della neve; inoltre, la presenza di invasi regolati impone di simulare anche le procedure di regolazione e di gestione dei serbatoi.

Il modello è validato confrontando i deflussi mensili e/o giornalieri, ricostruiti dal modello a partire dagli afflussi meteorici storici, con quelli effettivamente transitati nella sezione di chiusura per una serie di anni sufficientemente lunga.

L'attività propedeutica alla messa a punto del modello afflussi-deflussi del Mallerio è consistita nell'individuazione delle caratteristiche fisiche del bacino, nella definizione di metodologie di caratterizzazione e parametrizzazione del modello e nella sperimentazione di modelli esistenti per un'eventuale implementazione in alternativa.

L'impostazione della procedura di generazione degli scenari idro-meteorologici in ingresso al bacino idrografico ha richiesto preliminarmente l'analisi statistica delle serie temporali delle principali grandezze (pluviometria e termometria) al fine di rappresentare gli andamenti climatici a lungo periodo nel modello stocastico di generazione della distribuzione spazio-temporale della risorsa idrica.

Sempre con l'obiettivo di consolidare le procedure di analisi e simulazione idrologica, particolare impulso è stato dato nella prima fase della ricerca alla costruzione di mappe della copertura nevosa nel bacino dell'Adda attraverso l'interpretazione di misure satellitari.

Conclusa la fase di validazione, il modello potrà essere utilizzato in modo specifico per simulare correttamente la risposta idrologica del sistema a possibili scenari quantitativi di disponibilità della risorsa idrica anche caratterizzati da variazioni climatiche.

Workpackage 2

Object: surface-water resource: rationalization of its use

Leader: Professor Luigi Natale - Hydraulic and Environmental Engineering Department - University of Pavia.

Collaborators: Ing. Mario Fugazza, Ing. Ugo Moisello, Ing. Nathabandu Kottegoda, Ing. Enrico Raietri, Ing. Gabriele Bria, Ing. Gianni Lisini - Hydraulic and Environmental Engineering Department - University of Pavia.

The target of the research, carried out by Pavia Group, is to define plausible scenarios of future availability for water, aiming to analyze the management of this resource in the Adda watershed. In the sake of this goal the project aims to define an operative model for the simulation of rainfall generation processes and runoff forming and propagation over the area.

At its beginning, this study was focused on Mallerò's Basin (in Valmalenco sub-basin) in order to define a rainfall-runoff model in a very complicated case, both from the hydrological and the management point of view. In fact, the presence of glacier and plentiful snow precipitation during the winter in the basin, implies the taking into account of snow accumulation and melting processes. Furthermore the presence of reservoirs needs the simulation of the rules for the release of stored water.

The model is validated comparing monthly and daily simulated runoff with the observed ones in the outlet section of the basin, during a lasting period of many years.

The initial work of the group was spent to recognize the basin physical characteristics and to defining the general methodologies for the discretization and parametrization of the model and, at last, to test many existing models and their possible implementations.

In order to generate inputs for the hydro-meteorological scenarios we analyzed the time-series of the mean hydrological quantities (rain and temperature), using statistical analysis for defining the long period climatic trend to be utilized in the proposed stochastic model of the future hydrological scenarios of space-time distribution of water resource.

The procedures of hydrological simulations and analysis is consolidated by the use of maps of snow distribution and covering in the Adda basin. These particular maps were obtained using satellite images.

After the validation phase, the model will be specifically used to simulate the hydrological response of the system to probable quantitative scenarios of water resource availability, taking also the climatic changes into account.

Workpackage 3

Titolo: Acque sotterranee: variazioni di bilancio.

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

Collaboratori: Dott.ssa Letizia Fumagalli, Dott.ssa Paola Canepa, Dott.ssa Francesca Del Rosso – Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio - Università degli Studi di Milano-Bicocca.

L'obiettivo del WP3 è lo studio degli effetti sulla risorsa idrica sotterranea delle variazioni di bilancio di massa mediante l'utilizzo 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.

Durante il primo anno di attività, sono stati raccolti, nell'area di studio (Pianura alluvionale lombarda compresa tra Ticino e Oglio):

- **Dati relativi ai pozzi**, al fine di integrare la banca dati del DISAT (Tangram) che era costituita da circa 10600 pozzi distribuiti tra 8 province lombarde. In primo luogo, sono state raccolte, codificate e archiviate in Tangram le informazioni relative a 200 pozzi facenti parte della Rete Regionale quantitativa di Monitoraggio delle acque sotterranee, gestita da ARPA Lombardia. Poiché al termine di tale operazione, la densità di dati sul territorio risultava ancora insufficiente ad assicurare una dettagliata ricostruzione del sottosuolo, sono state contattate le ARPA locali e, ove necessario, le Province. E' in atto una collaborazione con l'ARPA di Lodi, la Provincia di Bergamo e quella di Como per lo scambio, l'organizzazione e l'archiviazione dei dati. Per quanto concerne la provincia di Cremona, invece, le informazioni relative ai pozzi sono scaricabili liberamente dal sito della Provincia stessa.
- **Dati piezometrici**, l'ARPA Lombardia ha fornito i dati (250 pozzi) relativi alla Rete Regionale quantitativa di Monitoraggio delle acque sotterranee dal 2001 al 2005 al fine di ricostruire la carta piezometrica della pianura lombarda. Il lavoro è attualmente fermo perché si attendono i risultati del progetto di ridefinizione della Rete di Monitoraggio da parte di ARPA. Le province di Milano e Lodi dispongono anche di una Rete di Monitoraggio provinciale, esistente dal 1979, più fitta di quella regionale, i cui dati sono stati acquisiti tramite il Sistem Informativo Falda.
- **Dati idrometrici**, provenienti da stazioni automatiche o manuali e meccaniche. I dati da strumenti automatici sono stati estratti dal database Polifemo gestita da ARPA, relativamente agli anni 2001-2005. Invece, i dati meccanici e manuali sono stati trascritti da annali, schede e diagrammi, relativamente al periodo 1979-2005; tale attività di digitalizzazione è in fase di conclusione.

Workpackage 3

Object: Groundwater resource balance.

Leader: Dott.ssa Tullia Bonomi - Environmental Department - University of Milano-Bicocca.

Collaborators: Dott.ssa Letizia Fumagalli, Dott.ssa Paola Canepa, Dott.ssa Francesca Del Rosso – Environmental Department - University of Milano-Bicocca.

The WP3 aim is well DataBase implementation and 3D idrogeological models applications, to value the consequences on groundwater resource in different potential meteo-climatic scenarios.

During the first year activity, data have been collected in the study area, Lombardy alluvial plain between Ticino and Oglio:

- **Water well stratigraphic data**, in order to integrate the DISAT database (Tangram) that was constituted by about 10600 wells of 8 Lombardy provinces. First of all, informations of 200 wells, belonging to the regional quantitative monitoring net, have been collected, codified and stored in Tangram. More data are kept in each provincial public authorities; a cooperation has been established with provinces of Bergamo and Como and with ARPA of Lodi. Instead, Cremona data are in its provincial website. At the moment, the data transfer and recording are still on progress. At the end of this activity, data will be extracted and further elaborated with a tridimensional modeling software, GOCAD (Geological Object Computer Aided Design), in order to obtain detailed quantitative reconstruction of textural characteristics in plane area subsoil.
- **Piezometric data**, ARPA Lombardia gave regional quantitative monitoring net data (250 wells) from 2001 to 2005 in order to rebuild piezometric map in the Lombardy plain. The work is still stopped because ARPA is redefining the monitoring net and we are waiting for new and right data.

For the province of Milano and Lodi, there are much more, given by SIF (Sistema Informativo Falda) data because their monitoring net is thicker than the regional one and exists from 1979.

- **Hydrometric data**, coming from automatic or manual and mechanical stations. Automatic data (2001-2005), extracted from ARPA database (Polifemo), will be used to rebuild piezometric map in the Lombardy plain. On the contrary, manual and mechanical (1979-2005) data are stored in Annals, field measures file card and diagrams; now they have been digitalizing and they will be used to compare with piezometric and pluviometric data.

Workpackage 4

Titolo: Acque superficiali: indicatori di qualità.

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

Collaboratori: Dott.ssa Elisa Bizzotto – Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e del Territorio -Università degli Studi di Milano- Bicocca

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. Il primo obiettivo del lavoro è caratterizzare la contaminazione ambientale da POP (PCB, HCB, HCH, DDT) legata allo scioglimento dei ghiacciai, sia in termini quantitativi che qualitativi ed effettuare valutazioni sulla possibilità di bioaccumulo/biomagnificazione in comunità macrobentoniche.

Nel primo anno di attività è stata iniziata l’attività di campionamento sul torrente di origine glaciale Frodolfo, originato dal ghiacciaio dei Forni e affluente nel fiume Adda.

Il lavoro di campionamento è stato iniziato a maggio (uscita preliminare per la programmazione del lavoro sul campo) e terminerà a ottobre; in ogni stazione sono stati prelevati acqua, sedimenti e, dove possibile, macroinvertebrati. Sono stati effettuati campionamenti volti alla determinazione di eventuali variazioni di concentrazione degli inquinanti in funzione dell’escursione termica giornaliera. I risultati preliminari mostrano chiaramente la presenza di POP nelle acque di fusione con conseguente effetto di bioaccumulo nei macroinvertebrati.

Alla luce dei risultati totali verrà pianificata l’attività di campo del prossimo anno. Si prevede comunque di monitorare acque di fusione nel bacino sopralacuale dell’Adda per la valutazione del contributo di tali apporti al fiume Adda, immissario nel lago di Como. Inoltre si prevede di campionare l’alto lago di Como: verranno prelevati benthos e carote di sedimento che saranno opportunamente datate e analizzate per la ricostruzione storica delle deposizioni dei composti di interesse.

Workpackage 4

Object: Fresh water: quality indicators

Leader: Prof. Marco Vighi – Environmental Department - University of Milano-Bicocca.

Collaborators: Dott.ssa Elisa Bizzotto – Environmental Department - University of Milano-Bicocca.

The workpackage's aim is to evaluate the current presence and the historical trend of persistent organic pollutants in aquatic ecosystems of Lombardia region, investigating the relationship between POP's deposition and climate change. A first target is to investigate concentrations of organic compounds (PCB, HCB, HCH, DDT) in glacial streams, evaluating the contamination fingerprint and the potential danger of bioaccumulation/biomagnification for alpine aquatic communities. Frodolfo is a glacial stream originated by Forni glacier in the National Park of Stelvio and flows in Adda stream. In summer 2006 Frodolfo was sampled from May to October; water, sediments and macrobenthos were sampled. The relationship between POP concentrations and diurnal variation of temperature was investigated. Preliminary results show the presence of persistent pollutants in glacial melting water and the consequent effect of bioaccumulation in macrobenthos. The sampling campaign of summer 2007 will be clamed at the light of the final results. The idea is to evaluate the contribution of glacial streams to the total POP loading in Adda river and, as a consequence, in Como lake. Moreover, sediments in Como lake will be sampled and dated to analyze the historical deposition trend of persistent organic pollutants. Benthic organism will also be sampled and analysed.

Workpackage 5

Titolo: Scenari a scala di agro-ecosistema.

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

Responsabile: Prof. Tommaso Maggiore - Dipartimento di Produzione Vegetale – Università degli Studi di Milano.

Collaboratori: Dott. Luigi Mariani, Dott. Gabriele Cola, Simone Parisi - Dipartimento di Produzione Vegetale – Università degli Studi di Milano.

La ricerca in atto mira allo sviluppo di un modello di simulazione dinamica della produzione e dei consumi idrici delle principali colture agrarie della Lombardia operante a scala territoriale e con passo giornaliero. Tale modello è finalizzato ad ottenere valutazioni quantitative dei consumi idrici e delle produzioni lorde (potenziale a base radiativa, limitata termicamente, limitata per l'acqua - eccesso o carenza idrica) e nette così come determinate dalle variabili guida atmosferiche pregresse, attuali e previste.

La simulazione a livello territoriale si basa sulla spazializzazione dei dati prodotti con SIM_PP, modello di simulazione dinamica sviluppato dal gruppo di ricerca di Unimi – DiProVe in linguaggio Pascal e utilizzato per simulare il ciclo delle principali colture agrarie lombarde.

Il modello già calibrato e validato per prato, frumento, orzo e riso, è stato sottoposto a calibrazione e validazione relativamente al mais, specie assai rilevante per l'agricoltura lombarda.

Le attività di calibrazione sono state fondate (i) sul confronto con dati produttivi ricavati dalle sperimentazioni nazionali su mais svolte in territorio lombardo e (ii) sul confronto con i risultati forniti da altri modelli correntemente in uso presso il gruppo di ricerca Unimi – DiProVe (STAMINA, CERERE).

Le attività di validazione sono state invece fondate sul confronto con dati produttivi ISTAT per il periodo 1974-2003 e relativi al territorio lombardo. L'analisi di correlazione misurato/simulato evidenzia risultati lusinghieri, con una correlazione lineare R^2 di 0.76, un'efficienza del modello EF di 0.73 e un RRMSE di 5.85 .

Nei prossimi mesi le attività del WP 5 prevedono lo sviluppo delle routine informatiche necessarie per l'esecuzione del modello sull'intero territorio lombardo che sarà suddiviso in celle della dimensione di 1 km². Le prime run operative del modello operante a livello territoriale sono attese entro la fine del 2006.

Workpackage 5

**Object: Scenario at scale of Agro-Ecosystem
Simulation of water use and crops production at territorial scale in Lombardia.**

Leader: Prof. Tommaso Maggiore – Di.Pro.Ve. - University of Milano.

Collaborators: Dott. Luigi Mariani, Dott. Gabriele Cola, Simone Parisi - Di.Pro.Ve. - University of Milano.

Deterministic mathematical models are increasingly adopted for dynamic simulations of crop production and water consumption both in research and operational activities. This research aim at implementing a dynamic simulation model operating at territorial scale (mesoscale for meteorologists) and with a daily time step; the main driving variables for this model will be meteorological ones (past, present and some future scenarios); main final products will be estimates of water consumption and dry matter production of main crops of Lombardia with a pixel of 1 x 1 km. The following kinds of production will be analysed: potential production, driven only by solar radiation, production limited by temperature, production limited by lack or excess of water, final yield (result of both thermal and water limitations).

The model adopted is SIM_PP, a dynamic simulation model created by our research group, written in standard Pascal and already calibrated and validated for meadow, wheat, barley and rice.

This report describes calibration and validation activities referred to maize crop. Calibration was based on comparison with (i) time series of maize experimental data for Lombardia region and (ii) results of other simulation models (STAMINA, CERERE).

Validation was based on the comparison with ISTAT production data for Lombardia (reference period 1974-2003).

Results of validation were quite good, with a linear correlation R^2 of 0.76, a model efficiency EF of 0.73 and a Relative Root Mean Square Error RRMSE of 5.85 .

In the next months our work aim on the development of data processing routines in order to run the model for the whole territory of Lombardia. The first territorial run of SIM_PP model is foreseen within the end of 2006.

Workpackage 6

Titolo: Modelli per la gestione degli impatti del cambiamento climatico sull'agro-ecosistema. Simulazione dell'evapotraspirazione in ambito urbano

Responsabile: Prof. Tommaso Maggiore - Dipartimento di Produzione Vegetale – Università degli Studi di Milano.

Collaboratori: Dott. Luigi Mariani, Dott. Gabriele Cola, Simone Parisi, Marco Gibin - Dipartimento di Produzione Vegetale – Università degli Studi di Milano.

La ricerca in atto mira alla creazione dei dataset originali necessari per lo sviluppo, calibrazione e la validazione di modelli di simulazione dell'evapotraspirazione da coltura di riferimento (ET₀) in ambito urbano.

La prima fase di tale attività ha visto la realizzazione di due stazioni di monitoraggio presso l'Azienda Cascina Baciocca - Cornaredo e presso il Polo L.I.T.A. – Milano 2 - Segrate.

Entrambe le aree sono state scelte per la loro posizione che le vede come piccole zone verdi incastonate in ambiti soggetti a rapida urbanizzazione e quindi rappresentative del clima suburbano tipico di porzioni viepiù rilevanti del territorio regionale lombardo. La valenza strategica della corretta stima dei consumi idrici in tali ambiti risiede nella necessità di giungere ad un uso razionale della risorsa acqua per l'irrigazione dei prati presenti nelle aree a verde condominiali o pubbliche.

I due sistemi di monitoraggio comprendono ciascuno una stazione meteorologica completa, un sistema di mini-lisimetri (progettato e realizzato all'interno del DiProVe) ed un atmometro.

I mini-lisimetri provvedono alla misura diretta dell'evapotraspirazione da coltura di riferimento (ET₀) mentre l'atmometro (tramite misure) e la stazione meteorologica (tramite formule micrometeorologiche come Penman – Monteith e Hargreaves-Samani) permettono di ottenere stime di ET₀.

Da segnalare infine che le caratteristiche salienti dei prototipi di mini-lisimetro sono le ridotte dimensioni, il ridotto impatto ambientale, il costo contenuto, l'autosufficienza energetica nonché, in base ai primi rilevamenti effettuati, gli ottimi livelli qualitativi delle misure garantiti dalla tecnologia a celle di carico. Tali caratteristiche li rendono potenzialmente passibili di utilizzo in ambito meteorologico operativo. Durante i prossimi due anni di impiego saranno eseguite verifiche in merito sia all'affidabilità e manutenibilità degli apparati di misura lisimetrica sia alla qualità dei dati prodotti.

Workpackage 6

**Object: Models for management of climate change impact on agro-ecosystem
Simulation of evapotranspiration at urban scale.**

Leader: Prof. Tommaso Maggiore – Dipartimento di Produzione Vegetale - University of Milano.

Collaborators: Dott. Luigi Mariani, Dott. Gabriele Cola, Simone Parisi, Marco Gibin - Di.Pro.Ve. - University of Milano.

Lysimetric techniques are widely adopted for direct measurement of evapotranspiration from crops and natural vegetation. Furthermore, evapotranspiration can be estimated by means of a lot of methods like empirical or mechanistic algorithms (e.g.: Penman, Blaney – Criddle, Hargreaves and Samani), methods based on Bowen ratio or methods based on atmometers and evaporimeters.

This research is carried out in order to produce datasets of measurements from lysimeters, meteorological instruments (air temperature, relative humidity, wind speed and direction global solar radiation and precipitation) and atmometers; these datasets will be used to calibrate and validate simulation models in order to obtain a realistic description of evapotranspirational losses from a reference crop (ET₀) in urban areas.

The first step of this activity is to establish two meteo-lysimetric stations at Cascina Baciocca - Cornaredo and Polo L.I.T.A. – Milano 2 – Segrate; each station is composed by a set of four mini-lysimeters (realised on the base of an original project of our research group), a meteorological station and an atmometer.

Both sites are representative of small “green islands” surrounded by actively growing urbanised zones. Therefore these sites are representative of a sub urban climate typical of an important segment of Lombardia territory, where a realistic estimation of water consumption is very important in order to achieve a rational use of water resources for irrigation of private and public meadows.

Mini-lysimeters provide a direct measurement of evapotranspiration from reference crop (ET₀). An indirect estimation of ET₀ will be carried out by means of (i) atmometric measurements and (ii) micrometeorological algorithm of Penman –Monteith. The most important characteristics of mini-lysimeters are: small dimensions, low environmental impact, low costs and energetic independence.

First data produced by the above-described instruments show very good results; in particular the good accuracy of lysimetric measurements is the result of the adoption of a state-of-art load cell technology.

The above described mini-lysimeters are potentially suitable for monitoring activities of operational meteorological services; a quantitative evaluation of this kind of suitability will be carried out during the next two years of this research, with specific analysis of reliability, data quality and maintenance needs.

Workpackage 9

Titolo: Valutazione dei risultati ed ottimizzazione del monitoraggio per la gestione delle risorse idriche (End user activity).

Responsabile: Dott. Enrico Zini - A.R.P.A. Lombardia.

Collaboratori:

Il ruolo di ARPA Lombardia nell'ambito del WP9 è stato focalizzato, nella prima annualità, al supporto all'acquisizione delle serie storiche dei dati meteorologici ed idrologici necessari ai WP1 e WP2. Contestualmente, si è collaborato con il WP1 nella definizione dei criteri per l'informatizzazione che consentano la condivisione della banca dati idro-meteorologica tra i diversi partner del progetto.

Il supporto di ARPA Lombardia (UO Idrografia, Settore Sistemi Informativi Ambientali) sui dati climatici e acque superficiali ha compreso, e comprende tuttora, la fornitura della consistenza degli archivi cartacei e digitali, l'assistenza tecnica per risolvere i problemi riscontrati nella lettura di schede e diagrammi e nel confronto tra questi dati e gli Annali, la fornitura dell'anagrafica delle stazioni e relativi metadati per la ricostruzione di errori o malfunzionamenti degli strumenti ed infine la fornitura di dati digitalizzati di piogge, temperature, livelli idrometrici e portate come da tabella sottostante.

Grandezza	n° stazioni fornite	n° anni
Pioggia	37	1135
Temperatura	20	317
Livello idrometrico	15	104
Portata	7	389
TOT	79	1945

Il supporto di ARPA Lombardia sulle acque sotterranee ha permesso di raccogliere dati piezometrici e metadati (informazioni amministrative, localizzazione geografica, indirizzo, ctr, codice, presenza/assenza della stratigrafia, proprietario/gestore, profondità, falda, quota, caratteristiche costruttive) dal 2001 al 2004 per un numero medio/annuo di pozzi pari a 260.

Per il futuro, Arpa Lombardia proseguirà, nell'ambito dei dati climatici e acque superficiali, nelle attività: di condivisione e verifica con gli altri wp della correttezza dei dati pubblicati sugli annali (resi disponibili da APAT tramite una banca dati informatica), di validazione dei dati digitalizzati dai diversi WP del progetto e di supporto nella realizzazione del database di dati idrometeorologici, con particolare attenzione alle metodiche di organizzazione di dati e metadati e agli algoritmi per il calcolo di indicatori di cambiamento climatico.

L'obiettivo è, per il termine del secondo anno delle attività, il rilascio del database e l'avvio da parte di ARPA Lombardia della sperimentazione delle sue principali funzionalità.

Per le acque sotterranee, ARPA Lombardia potrà fornire, dopo la validazione da parte della Regione Lombardia, dati quantitativi relativi agli anni 2005 e 2006, dati derivanti dalla revisione della rete di monitoraggio e dati derivati dal progetto per la quotatura dei pozzi tramite strumenti GPS.

Workpackage 9

Object: Results evaluation and optimization of the monitoring for the water resources management (end user activity)

Leader: Dott. Enrico Zini – A.R.P.A. Lombardia.

Collaborators:

The ARPA Lombardia's role inside WP9 was focused, in the first year of the project, on the support to long term weather and hydrologic data capture for WP1 and WP2.

Meanwhile, there was another collaboration with WP1 in order to define digitized standards that enable the hydrologic and weather database sharing between the Partners. The ARPA Lombardia (UO Idrografia, Settore Sistemi Informativi Ambientali) support to climatic data and shallow waters regards: the supply of the amount of the paper and digitized data, the technical help to solve the problems in monthly format and strip charts reading and the comparison between those and the Year books; the supply of the characteristic data and metadata of the stations; the supply of the digitized rainfall, temperature, water level and discharge data in the amount showed in the table below.

Parameter	Stations n°	Year n°
rainfall	37	1135
temperature	20	317
water level	15	104
discharge	7	389
TOT	79	1945

The ARPA Lombardia support to underground water enables to collect piezometric data and metadata (as administrative information, geographic location, address, technical map, code, stratigraphy presence or absence, owner and manager, depth, ground water table, height, structural characteristic) from 2001 to 2004 for an average number of wells of 260 per year.

For the future, ARPA Lombardia will continue the follow activities:

- for climatic data and shallow waters: sharing and control with the other WP of the exactness of the published data in the Year book (APAT makes them available by a digitized data base), validation of the data digitized by the different WP, support to the realization of the weather and hydrologic database with a special attention to the data and metadata organization methodology and to the algorithmic for the calculation of the climatic change index. The target for the end of the second year of the project is the release of the database in order to start its principal facilities testing;
- for underground water: the supply of quantitative data relative to 2005 and 2006 (after their validation from Regione Lombardia), data derivable from the revision of the monitoring net and data from the project of wells dimensioning with GPS instruments.

ATTIVITA' DI GESTIONE DELLA BANCA DATI

Responsabili: Dott. Mattia De Amicis, Dott. Simone Sironi, Dott. Simone Sterlacchini, Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio - Università di Milano-Bicocca.

Nell'ambito dell'attività di gestione e coordinamento del progetto RICLIC-WARM è stata prevista la realizzazione e gestione di una banca dati dedicata strutturata presso il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio (Università degli Studi di Milano Bicocca) con lo scopo di permettere una efficiente archiviazione e gestione del dato consentendone una funzionale elaborazione ed estrazione. Essendo obiettivo principale del progetto RICLIC-WARM l'analisi ambientale sul territorio lombardo legata agli effetti dei cambiamenti climatici è necessario sottolineare che i dati da archiviare nella banca dati riguardano vari aspetti del ciclo idrogeologico e quindi possono essere di varia tipologia. E' risultato pertanto necessario l'utilizzo di sistemi informativi territoriali che consentano di prendere in considerazione non solo dati alfanumerici ma anche dati di tipo geografico.

Hardware e software a supporto della banca dati del progetto RICLIC-WARM

La gestione di una banca dati così complessa come quella del progetto RICLIC-WARM ha richiesto una tecnologia informatica con prestazioni elevate, ed è stato pertanto acquistato un sever *DellPowerEdge SC420* (server dati) che con le sue prestazioni in velocità di processo e di memoria consente una ottimale gestione del dato.

La scelta del software è stata fatta considerando gli standard che si stanno ormai diffondendo a livello internazionale e anche la possibilità di poter interagire e interscambiare facilmente i dati con gli enti interlocutori quali L'ARPA Lombardia, Regione Lombardia e APAT.

Sistema Operativo: A tal scopo il sistema operativo scelto e installato è stato *Window®s 2003 Server* che consente anche un controllo ottimale della sicurezza del dato e degli accessi sia a livello locale che di rete.

DBMS: Per quanto concerne il database è stato installato *Microsoft® SQL Server 2003*, una soluzione di nuova generazione che garantisce maggiore scalabilità, disponibilità e protezione per dati sensibili.

Interconnessione GIS-DBMS: L'interconnessione tra GIS e DBMS viene svolta da software *ArcSDE®* (ESRI). *ArcSDE®* è il prodotto software server utilizzato per gestire e fornire accesso a database geografici multiutente archiviati in un DBMS. Offre una serie di servizi che migliorano la gestione dei dati, aumentano la gamma di tipi di dati che possono essere memorizzati in un DBMS, consentono la portabilità dello schema tra DBMS e flessibilità di configurazione. *ArcSDE* rende accessibili i dati spaziali ad *ArcGIS Desktop* ai client Internet attraverso *ArcIMS*. *ArcSDE* consente di gestire l'informazione geografica anche in *Microsoft® SQL Server*.

Webmapping: Attualmente il software utilizzato per la pubblicazione di dati e servizi GIS via Web è *ArcIMS®* (ESRI). *ArcIMS* è la soluzione per la distribuzione di mappe dinamiche e di dati e servizi GIS via Web. Fornisce un'architettura altamente scalabile per la pubblicazione di dati GIS sul Web che soddisfa le esigenze di Intranet aziendali e le richieste di accesso a Internet a livello mondiale. I servizi *ArcIMS* possono essere utilizzati da una vasta gamma di client, come le applicazioni Web personalizzate, *ArcGIS Desktop* e i dispositivi mobili e wireless. *ArcIMS* consentirà di pubblicare e condividere l'informazione spaziale a livello mondiale.

La struttura hardware e software così predisposta può consentire livelli d'accesso diversi alla banca dati ed ai suoi risultati che devono peraltro essere definiti dalle UU.OO. e anche interazione con banche dati esterne che possono fornire dati necessari allo svolgimento del progetto.