



newsletter



MULINO

MULTI-SECTORAL, INTEGRATED AND OPERATIONAL DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SUSTAINABLE USE OF WATER RESOURCES AT THE CATCHMENT SCALE

> editorial

This is the fifth and last edition of the MULINO newsletter, and so the forum in which to try and draw conclusions about three years of work. Usually a project is evaluated by considering the extent to which the research activities have respected the work plan. In the following pages you will find a synthesis of our results in the five mother tongues belonging to the institutions that participated in the consortium. Going back and rereading the original proposal, a series of aspects emerge which differentiate what was actually realised during the course of the project with respect to what we had in mind at the beginning. It is about those aspects that I would like to offer a few considerations in these few lines of editorial. Above all, I am impressed by the change in the role of local stakeholders and the final end users of the main project outputs: the MULINO methodology and the mDSS software. We had clearly written that our primary objective was to build relationship with decision makers (our end users), to create support tools that could be effectively used, leaving to them the work of managing relationships with local stakeholders. Actually, it was this very collaboration with the end users (environment agencies, irrigation boards, etc.) that lead us to an ever increasing consideration for the relationship between water management and local communities, and to structuring their contribution in decisional processes. Examples of the resulting outcomes are the "Group Decision Making" functions that were introduced in the mDSS, and the methodology for analysing "Local Networks" that is an essential part of the MULINO approach. Even the relationship between MULINO and the Water Framework Directive (WFD) was not what we had in mind as we were writing the proposal, at the time when it was yet to be

approved by the European Parliament. On the one hand we expected a much more direct relationship with the application of the Directive, but we realised that this was in conflict with the desire to address case studies and therefore decisions in the real world. In fact, in most of the study cases, the WFD had not yet affected the decisional process at the local level. Nevertheless, the project has contributed to increasing awareness of the Directive, facilitating exchanges between decision makers from various EU countries, and the methodology we have elaborated has the potential to support the realisation of River Basin Management Plans in the future. One last consideration for interactions outside the programmed activities: I would have never imagined that we were to invest so much in this area, but in fact, if our methodology and our software have any real prospects for being used in the future, we owe it to the efforts invested in dissemination and networking over these last three years. We are encouraged by the fact that at this stage numerous new MULINO applications have been initiated, both additional catchments that are being explored with the local water authorities, and university course work that is taking the MULINO methodology to students and young researchers.

*Carlo Giupponi
(project coordinator)*

contents

- editorial
- supporting integrated decision-making for sustainable management of water resources in European catchments
- acknowledgements

editors

*Nelson Lourenco,
Carlo Giupponi*

assistant editors

*Carlos Russo Machado, Luis Rodrigues,
Anita Fassio, Valerie Cogan*

> **supporting integrated decision-making for sustainable management of water resources in European catchments.**

The MULINO project was developed within the European water policy context, as defined by the Water Framework Directive (2000/60/EC), with three main objectives:

1. To design and implement an operational decision support system for the management of water resources that is based on hydrologic modelling, multi-disciplinary indicators and a multi-criteria evaluation procedure.
2. To test the system in representative case studies in co-operation with local water management administrations.
3. To demonstrate the potential of the tool in supporting the sustainable management of water resources in Europe.

The project spanned the period from January 2001 to December 2003. A primary challenge for the project was to produce a general methodology that includes a DSS tool that could be applied in each of the selected 6 case studies, without compromising the requirements for integrated assessment and relevance to national and European water policy frameworks. The collaboration with real world decision makers (water management administrations) proved to be a very challenging effort, particularly in co-ordinating interactions between ongoing decisional processes with the work plan of the research project.

The final result is a tool that has been developed as a stand-alone software, and an overall methodology within which the tool can be applied for an integrated approach to decision problems related to water management. The software incorporates integrated analysis modelling (IAM), multi-criteria analysis (MCA) and the European Environment Agency's DPSIR framework, adopting state-of-the-art data formats to guarantee interoperability. The system does not require additional software, which should improve the potential for its utilisation by water management administrations. Optional links with GIS software, hydrological models and/or meta-models are provided, and in the last version of the software a full coupling procedure links mDSS3 with the SFARMOD land use and CRASH hydrologic model. The software can be coupled also with any model which respects a standard input/output procedure.

The MULINO DSS "mDSS" software was released in 3 versions (mDSS1, mDSS2 and mDSS3) during the project period, and the first version was presented to the project's end users before the end of the first year. Early involvement of potential end users proved to be an effective strategy for the success of the Project, allowing the research consortium to progressively adapt the software development to their needs. The system has undergone significant changes since the release of the first prototype, as a result of feedback from both project partners and the potential end users. Examples are the software routines to involve a range of stakeholders in a group decision process and capabilities for decision management, such as improved criterion weighting procedures and sensitivity analysis of the outcomes.

The integration of the primary components which make up the MULINO methodology engaged the project members in multidisciplinary problem solving to achieve the project objectives. The DPSIR conceptual framework is used to structure decision problems in terms of Drivers –

Pressures – State – Impacts – Responses, thus establishing a systemic and dynamic view of the decision context. The indicators to be used in the decision process can be grouped according to those categories. A hydrological model is used to explore and visualise interactions between pressures and state. Four different models were used in the case studies: SWAT, CRASH, VIDRA & SFARMOD, the last being a land use model. The use of the mDSS software has been envisioned as part of a process, which can include the involvement of stakeholders in the decision process through the use of a questionnaire designed to structure their contributions and collect the data necessary for a local network analysis. This information includes the respondents' opinions about the decision context in general, their preferences for alternative options, suggestions for decision criteria and their ranking, as well as the roles and responsibilities of different stakeholders. The heart of the decision tool itself is based upon a multi-criteria analysis. Selected methods from decision theory determine the primary functions of the software.

The application of the MULINO decision support tool requires three phases of analysis. In the "Conceptual Phase", the user of mDSS investigates and identifies causal links between human activities (D), the pressures they exert (P), and the state of the environment (S). This phase produces a formal description of activities and issues relevant to catchment management and makes relationships between these phenomena explicit in the form of "DPS chains". It is in this first phase that mathematical modelling and local network analyses can be used to explore the problem in different ways.

The identification of alternative options for courses of action, such as specific water management projects, follows in the "Design Phase". Using the MULINO system, the user sets up a matrix with n rows of decisional indicators or criteria and m columns of options. This formalises the structure of the "analysis matrix" (AM), which represents the interface between the IAM and the MCA parts. The AM cells can be filled with values derived from indicator monitoring, model outputs and/or expert judgements. The pairwise comparison approach is adopted to structure the inclusion of expert opinions when quantitative data are not available or when subjective choices have to be made, such as for the weighting of criteria. Value functions and normalisation procedures allow the user to produce an "evaluation matrix" which can be used to compare the expected impacts (I) of the alternative decisional options. A hierarchical weighting procedure is included to facilitate the elicitation of the decision maker's preferences and to support the interface between them and their technical staff.

Lastly, in the "Decision Phase", the user elaborates a concise presentation of decisional criteria, using one or all of three alternative decision rules which can be applied as simple additive weighting (SAW); ordered weighted averages (OWA); or a technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS). The application of any of these methods to solve the decision problem will elicit the user's preferences with reference to the alternative options to arrive at a response (R). Results obtained can be further investigated and re-assessed by means of sensitivity analysis procedures. These various procedures encourage the user to increase his/her awareness of the effects of subjective



judgements such as criteria selection, weighting, and value function on the final result. The two available sensitivity analysis functions are the “most critical criterion matrix”, which shows the criterion that has the greatest influence on identifying the best option, and the “tornado diagram”, which illustrates the effects of the selected criteria weights.

To test the software during its development, the project’s participant end users worked with local project partners to apply the MULINO methodology and mDSS to a real decision problem. Six case studies were used to explore the MULINO approach over the course of the project in Romania, Portugal, the United Kingdom, Belgium and Italy. An additional European scale study sought to use the system in a much broader application. The selected catchments range in size, topography, climate, socio-economic and cultural contexts. In all cases a similar methodology was used to test the MULINO tool, beginning with the definition of a specific decision context. The case studies can be described as follows:

In ROMANIA, MULINO was used to evaluate four alternative agriculture systems in the Bahlui river catchment. The aim was to optimise environmental and socio-economic parameters such as sediment loads, nitrate fluxes and farmers’ income. The River Prut Catchment Committee is responsible for water management in the area, and the decision context was defined within the context of the evolving agriculture policy within the process of the accession of Romania to the European Union;

In PORTUGAL, MULINO was tested through the assessment of options for dam management strategies in the Caia River catchment, in Alentejo, on the Spanish border. The options were selected to address problems associated with an irregular precipitation regime and water scarcity that affect the availability of supply to the main users. Agriculture is competing with other sectors for the use of water, rendering the management of water quantity and the preservation of water quality very significant issues;

In the UK, MULINO was tested by examining a range of options for the sustainable allocation of water and the preservation of ecological flow requirements, in a context with many different types of stakeholders in The Broads of East Anglia. The study was conducted in collaboration with the Environment Agency, the competent authority responsible for the management of river basins under by the Water Framework Directive;

In BELGIUM, MULINO was tested on decisions taken to locate water holding reservoirs and storm basins to reduce the risk of flooding in the Nethen catchment. The development of an integrated view of water management

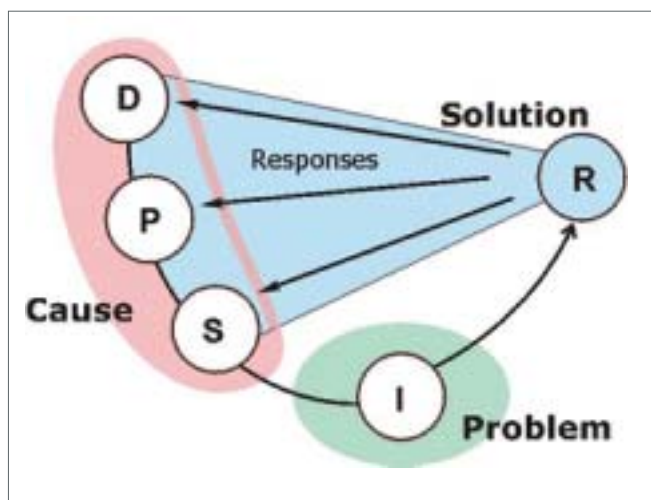
issues was the focus for working with the coordinator of the River Contract of the River Dyle, in the context of the local implementation of the Water Framework Directive; In ITALY, MULINO was tested on two different cases in the vicinity of the Venice lagoon. In the Vela catchment two nested decision contexts were used, both in the context of reducing nitrate loads from agricultural runoff. In the first case, alternative projects for general management strategies were evaluated, and in a more specific location that is currently maintained by pumping water out of the area, alternative options for naturalistic and hydraulic engineering were evaluated to choose the most efficient water management strategy. The second case, on the Cavallino Peninsula, dealt with evaluating alternative options for irrigation following legislation that prohibits farmers from continuing to use underground water resources. Each of these cases was developed with the local land reclamation boards responsible for water management and the maintenance of infrastructure at the local level;

At the EUROPEAN scale, the test of the implementation of mDSS2 consisted of making links with the Catchment-based Information System being developed by CEC-JRC at Ispra, and evaluating alternative scenarios for agricultural policy and the implementation of the Nitrate Directives.

The MULINO methodology is applicable at a variety of scales and offers water management administrations a powerful learning tool with particular relevance to the modern legal framework that is set out by the EU Water Framework Directive. For this reason, the application of the mDSS introduces an approach to decision making which may be, at the beginning, unfamiliar to many water managers. The first application requires an investment of time and effort to learn how to use the software and organise relevant information in a compatible way. Applications carried out so far suggested that, a part from the potential improvements of the decisional process, such investment could be worth at least to facilitate communication with interested parties. As yet the methodology is still undergoing experimentation and more cases are being added to the original set.

Extensive documentation that accompanies the software is targeted to assist the user through a multilingual live link help function, a user manual, a slide show tutorial, and a scientific background documentation booklet. The MULINO project has developed a flexible prototype software decision support tool for addressing the complex multi-sectoral problems of water resource and quality management at the catchment and river basin scale in Europe. This was achieved through an iterative procedure involving universities, research centres and water

management administrations in five European Union countries. By combining a transparent definition of the decision context with hydrological modelling, MCA, and sensitivity analysis, it provides a valuable tool for stakeholder engagement, social learning and collaborative decision making. The multi-sectoral, cross disciplinary and application-based methodology of the MULINO research activities contributes to creating a common understanding and communication about sustainable water management for that could be seen as a prerequisite for many of the goals reflected in the WFD. The MULINO website and CDROM containing the software and all of its support materials are available for free distribution. To contact the project participants and download the prototypes, all are invited to visit at: <http://linux.feem.it/web/loc/mulino/index.html>.



sionale. Ne sono esempio le funzioni di "Group Decision Making" introdotte in mDSS e la metodologia di analisi dei "Local Networks" che è parte essenziale dell'approccio Mulino.

Anche il rapporto fra Mulino e la Direttiva Quadro sulle Acque (DQA) non è stato probabilmente quello che avevamo in mente mentre scrivevamo il progetto, all'epoca in cui si attendeva la sua approvazione da parte del Parlamento Europeo. Da un lato ci aspettavamo un rapporto molto più diretto con l'applicazione della Direttiva, ma ci siamo resi conto che ciò contrastava con la volontà di affrontare casi di studio e quindi decisioni del mondo reale. In effetti, nella maggior parte dei casi studio la DQA non era ancora entrata concretamente nel processo decisionale a livello locale, ciò non di meno il progetto ha contribuito a disseminare la sua conoscenza, anche facilitando scambi fra decisori di vari paesi europei, e ad elaborare una metodologia che potrà essere utile alla futura realizzazione dei Piani di Gestione dei Bacini Fluviali.

Un'ultima considerazione sui rapporti con la ricerca al di fuori del Progetto; non avrei mai immaginato che avremmo investito tanto in questo settore, però in effetti, se la nostra metodologia e il nostro software potranno avere delle prospettive di essere utilizzate in futuro lo dobbiamo principalmente agli sforzi di disseminazione e networking condotti in questi anni. Ci lascia ben sperare il fatto che al di fuori del progetto si continuo ormai numerosi esempi o programmi di applicazione, così come l'utilizzo dei nostri prodotti nella didattica universitaria.

*Carlo Giupponi
(Coordinatore dello progetto)*

> un sistema integrato di supporto alle decisioni per la gestione sostenibile delle risorse idriche nei bacini d'Europa

Il Progetto MULINO ha operato all'interno della cornice legislativa definita dalla politica europea sull'acqua ed in particolare dalla Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/EC), dandosi tre obiettivi principali:

1. creare e implementare un sistema di supporto alle decisioni (DSS) per la gestione delle risorse idriche basato su modelli idrologici, indicatori multidisciplinari e un sistema di valutazione multicriteriale;
2. sperimentare il sistema in casi di studio rappresentativi, in cooperazione con le amministrazioni che gestiscono le risorse idriche;
3. dimostrare il potenziale degli strumenti metodologici e operativi proposti, per supportare una gestione sostenibile delle risorse idriche in Europa.

Il progetto si è sviluppato nell'arco di tre anni, da gennaio 2001 a dicembre 2003. Una prima sfida per il progetto è stata quella di produrre una metodologia generale che, sviluppando un DSS, potesse essere applicata a ciascuno dei 6 casi di studio selezionati; il tutto senza disattendere i requisiti previsti dalla normativa nazionale e dalla Direttiva Quadro Europea (DQA). L'instaurazione di una fattiva collaborazione con i gestori delle risorse idriche (amministrazioni locali) ha comportato uno sforzo notevole, in particolare per la necessità di integrare e coordinare i processi decisionali in corso con i lavori di ricerca e sviluppo del progetto.

Come risultato finale si sono ottenuti una metodologia generale e uno strumento software, con i quali si è in

> editoriale

Questo è il quinto e ultimo numero della Newsletter del Progetto MULINO, è quindi il momento per provare a tirare le somme di tre anni di lavoro. In genere un progetto viene valutato sulla base dei risultati prodotti rispetto ai programmi di lavoro prefissati. Nelle pagine seguenti troverete una sintesi di questi risultati nelle 5 lingue madri delle istituzioni che hanno partecipato al consorzio. Rileggendo quanto avevamo scritto sulla proposta originale, ormai quasi quattro anni fa, emergono però anche una serie di aspetti che differenziano ciò che abbiamo realizzato, da quanto avevamo in mente all'inizio. È su questo che desidero fare alcune considerazioni in queste poche righe di editoriale.

Innanzitutto mi colpisce come sia cambiato il ruolo dei portatori di interessi locali (stakeholders) e degli utilizzatori finali (end users) dei principali prodotti del progetto: la metodologia Mulino e il software mDSS. Avevamo scritto chiaramente che il nostro obiettivo primario era il rapporto con gli utilizzatori finali, i decisori, per creare degli strumenti di supporto che potessero essere effettivamente utilizzati, lasciando ad essi il compito di gestire i rapporti con i portatori di interessi locali. In realtà è stata proprio la collaborazione con i nostri end users (decisori di agenzie ambientali, consorzi di irrigazione, ecc.) a indirizzarci verso una sempre maggiore considerazione del rapporto fra gestione delle acque e comunità locali e a strutturare il loro contributo nel processo deci-

grado di gestire in modo integrato i processi decisionali relativi alla gestione delle risorse idriche. Il software incorpora modelli integrati di analisi (IAM), metodi di analisi multicriterio (MCA) e modellato schema DPSIR della Agenzia Europea per l'Ambiente, in un programma autonomo (stand alone), che però adotta formati dei dati in grado di garantire la completa interoperabilità con i software più diffusi. Il sistema non richiede ulteriori software per funzionare, ma può scambiare dati con altri pacchetti che potrebbero migliorare il potenziale nella gestione da parte degli amministratori delle risorse idriche; sono possibili infatti collegamenti opzionali con software GIS, modelli idrologici e/o meta-modelli e, nell'ultima versione del software (mDSS3), è presente una procedura di piena integrazione con gli modelli SFARMOD (uso del suolo) e CRASH (idrologico). Infine, il software può essere collegato a qualsiasi modello che rispetti una procedura standard di input/output, descritta nel manuale.

Nel corso del progetto il software si è evoluto in 3 successive versioni. La prima versione (mDSS1) è stata presentata agli utilizzatori finali nel corso del primo anno. L'immediato coinvolgimento dei potenziali utilizzatori statale rappresentato un'importante strategia per il successo del progetto, consentendo al gruppo di ricerca di adattare progressivamente lo sviluppo del software alle loro esigenze. Questo approccio ha determinato cambiamenti significativi dall'uscita del primo prototipo, ad esempio la routine per il coinvolgimento dei portatori di interesse (stakeholders) in processi decisionali di gruppo, quella per supportare la definizione dei pesi dei criteri e le opzioni grafiche per l'analisi di sensitività. L'integrazione delle componenti principali della metodologia di MULINO ha impegnato i partner del progetto nello sviluppo di un sistema multidisciplinare originale per la risoluzione dei problemi. In questo sistema, il modello concettuale DPSIR è utilizzato per strutturare le decisioni relative alla risoluzione di problemi in termini di Determinanti (Drivers) - Pressioni (Pressures) - Stato (State) - Impatto (Impact) - Risposta (Response), stabilendo quindi un visione sistematica, ma anche dinamica, del contesto decisionale. Gli indicatori utilizzati nel processo decisionale sono raggruppabili in queste categorie. In questo ambito i modelli idrologici hanno il ruolo di esplorare e visualizzare soprattutto le interazioni fra pressione e stato. Nei casi di studio si sono utilizzati quattro modelli differenti: SWAT, CRASH, VIDRA & SFARMOD, quest'ultimo un modello di uso del suolo. L'uso del software mDSS è stato programmato come una componente di un processo che coinvolge i vari portatori di interessi nelle decisioni, anche attraverso l'impiego di questionari che raccolgono i dati necessari all'analisi delle reti locali e le istanze che da esse provengono rispetto alla decisione da prendere. Tali informazioni includono le opinioni sul contesto generale, le preferenze fra le alternative possibili, i suggerimenti per i criteri decisionali e loro classificazione così come l'esplicitazione dei ruoli e delle responsabilità dei diversi attori locali. Il cuore dello strumento decisionale si basa su metodi di analisi multicriteriale, selezionati fra quelli disponibili nella teoria delle decisioni.

L'applicazione di mDSS richiede tre fasi di analisi. Nella "Fase Concettuale", gli utilizzatori ricercano e identificano i nessi causali fra le attività umane (D), le pressioni che esse esercitano (P) e lo stato dell'ambiente (S).

Questa fase produce una descrizione formale delle attività e degli argomenti rilevanti per la gestione e crea relazioni fra questi fenomeni nella forma di una "catena DPS". È in questa prima fase che modelli matematici e l'analisi delle reti locali possono essere usati per esplorare il problema in diverse modalità.

L'identificazione delle possibili alternative o opzioni (es. diversi progetti di gestione delle acque), segue nella "Fase di Progetto". Usando il sistema Mulino, gli utenti definiscono una matrice con n righe di indicatori decisionali o criteri e m colonne di opzioni. Questa attività formalizza la struttura della Matrice di Analisi (AM), che rappresenta l'interfaccia fra la parte di IAM e di MCA. Le celle dell'AM possono essere riempite con valori derivanti da indicatori di monitoraggio, modelli e/o pareri di esperti. Il confronto a coppie è adottabile per strutturare l'opinione di esperti qualora dati quantitativi non siano disponibili o quando sono richieste decisioni soggettive, quale per esempio la decisione sul peso di ciascun criterio. L'uso della normalizzazione e di funzioni di valore permette all'utente di produrre una Matrice di Valutazione (EM), utilizzabile nella comparazione fra gli Impatti (I) attesi dalle possibili opzioni alternative. Una procedura gerarchica per la definizione dei pesi è inclusa per facilitare il processo di valutazione del decisore e, non ultimo, per supportare le interfacce fra decisore e staff tecnico.

Infine, nella "Fase Decisionale", l'utente elabora i criteri dell'EM usando una o più regole decisionali disponibili: la somma pesata (Simple Additive Weighting-SAW), un ordinamento sintetico che pesa la componente min-max della decisione (Ordered Weighted Averages-OWA), o ordinamento delle preferenze attraverso la somiglianza alla soluzione ideale e la diversità dalla soluzione peggiore (TOPSIS). L'applicazione di ciascuno dei metodi di risoluzione del problema decisionale permetterà di rappresentare le preferenze del decisore con riferimento alle opzioni alternative per arrivare alla scelta della risposta (R) preferibile. I risultati ottenuti possono essere investigati e rivalutati attraverso procedure di analisi della sensitività. L'uso di queste tecniche incoraggiano l'utente ad aumentare la sua consapevolezza degli effetti dei giudizi soggettivi come i criteri, i pesi e le funzioni di valore selezionati sul risultato finale. Le due funzioni di analisi della sensitività disponibili sono il "most critical criterion matrix" che identifica il criterio il cui peso influenza maggiormente l'ordinamento e il "Diagramma Tornado" che illustra gli effetti dei pesi selezionati.

Per verificare il software durante il suo sviluppo, gli utilizzatori finali partecipanti al progetto hanno collaborato con i partner locali per applicare la metodologia e il software ad un reale problema decisionale. Sei casi di studio sono stati usati per sperimentare l'approccio di MULINO in altrettanti progetti in Romania, Portogallo, Belgio, Inghilterra e Italia. Un ulteriore studio su scala europea è stato utilizzato al fine di sperimentare la metodologia sull'intero territorio europeo. I bacini selezionati variano in termini di dimensioni, topografia, clima, contesto culturale e socioeconomico. In tutti i casi la metodologia MULINO è stata utilizzata, partendo dalla definizione dello specifico contesto decisionale. I casi di studio sono descritti di seguito

In ROMANIA MULINO è stato applicato per valutare quattro sistemi di coltivazione agricola alternativi nel bacino del fiume Bahlui. L'obiettivo è stato quello di

ottimizzare i parametri ambientali e socioeconomici quali il carico di sedimenti, flussi di nitrati e i redditi degli agricoltori. Il Comitato del Bacino del fiume Prut è responsabile per la gestione idrica dell'area, e il contesto decisionale è stato definito all'interno del contesto della politica agricola nell'ottica dell'entrata della Romania nell'UE. In PORTOGALLO MULINO è stato impiegato nella valutazione delle opzioni per la gestione di una diga nel bacino del Fiume Caia, nell'Alentejo lungo il confine spagnolo. Le opzioni sono state selezionate per guidare i problemi relativi al regime irregolare delle precipitazioni e alla scarsità idrica che colpisce la disponibilità della risorsa per i principali utilizzatori. L'agricoltura compete con altri settori per l'uso dell'acqua, rendendo così strategica la gestione della risorsa e la sua conservazione;

In INGHILTERRA, MULINO è stato utilizzato per esaminare una serie di opzioni per la gestione sostenibile dell'acqua e la conservazione dei flussi ecologici, il tutto in un contesto costituito da diversi portatori di interessi nell'area dei Broads in East Anglia. Lo studio è stato condotto in collaborazione con l'Agenzia per l'Ambiente e le autorità competenti per la gestione dei bacini fluviali nel rispetto della Direttiva Quadro sulle Acque.

In BELGIO MULINO è stato sperimentato su decisioni relative alla allocazione di casse d'espansione e aree golenali al fine di ridurre il rischio di esondazione nel bacino del Nethen. Lo sviluppo di un sistema integrato per la gestione delle risorse idriche è stato l'obiettivo principale, lavorando con le autorità amministrative del fiume Dyle, nel contesto della Direttiva Quadro sull'acqua.

In ITALIA, MULINO è stato applicato in due casi differenti nell'area della Laguna di Venezia. Nel Bacino Vela sono stati analizzati due processi decisionali interconnessi, entrambi nel contesto della riduzione dei carichi di nitrati provenienti dall'attività agricola. In prima battuta sono stati valutati progetti alternativi per la gestione generale della rete idraulica, e, successivamente, in uno dei contesti analizzati (caratterizzato dalla presenza di bonifica meccanica), sono state valutate opzioni alternative di ingegneria naturalistica e idraulica connesse al rifacimento dell'idrovora. Il secondo caso, nella penisola del Cavallino, ha trattato la valutazione di opzioni alternative all'attuale sistema di irrigazione con acue di falda che in prospettiva verrà proibito dalla legislazione.

Ciascuno dei due casi è stato sviluppato con i responsabili dei Consorzi di Bonifica quali gestori delle infrastrutture a livello locale.

A scala EUROPEA, il test di implementazione del mDSS2 è consistito nel creare dei collegamenti con il CIS (Catchment-based Information System) sviluppato dal CCR di Ispra, e valutando scenari alternativi derivanti dall'implementazione della Direttiva Nitrati.

La metodologia MULINO si è dimostrata applicabile a diverse scale, offrendo ai gestori delle risorse idriche un potente strumento di apprendimento con particolare rilevanza, rispetto al nuovo contesto legislativo che è definito dalla DQA. Per questa ragione, l'applicazione del mDSS introduce un approccio al processo decisionale che potrebbe, inizialmente, apparire inconsueto a diversi responsabili. La prima applicazione richiede un investimento di tempo e uno sforzo per apprendere l'uso del software e per organizzare le informazioni in modo efficace. Le esperienze acquisite suggeriscono che, a parte i contributi al miglioramento del processo decisionale, tali sforzi posano essere giustificati se non altro per la facilitazione

che si può ottenere nella comunicazione fra le parti interessate. La sperimentazione della metodologia non è ancora terminata e altri casi di studio aggiuntivi sono stati presi in considerazione.

La documentazione che accompagna il software è stata realizzata per assistere l'utente attraverso un link interattivo multilingue e consiste in un manuale per l'utente, una presentazione metodologica e un indice della documentazione scientifica consultata.

Il progetto MULINO ha sviluppato un prototipo di software flessibile per il supporto alle decisioni per risolvere problematiche complesse e multisettoriali nella gestione della quantità e della qualità delle risorse idriche a livello di bacino in Europa. Ciò è stato raggiunto attraverso un processo di costante interazione che ha coinvolto Università, Centri di Ricerca e Amministratori in cinque paesi dell'Unione Europea. Attraverso la combinazione di una definizione trasparente del contesto decisionale con la modellistica idrologica, la MCA e l'analisi di sensitività si è ottenuto un efficace strumento per il coinvolgimento dei portatori di interessi e per un processo decisionale collaborativo. Grazie alla multisettorialità e multidisciplinarietà e all'approccio applicativo le attività di ricerca del Progetto MULINO contribuiscono a creare una comprensione comune e una comunicazione sulla gestione sostenibile dell'acqua, un prerequisito per il raggiungimento degli obiettivi della Direttiva Quadro sulle Acque. Il sito Web di MULINO e il CDROM contenente il software e tutti i materiali di supporto sono disponibili per la distribuzione gratuita. Per contattare i partecipanti al progetto e per scaricarne i prodotti, si prega di visitare il sito: <http://linux.feem.it/web/loc/mulino/index.html>.



editorial

Ceci est la cinquième et dernière édition du bulletin du projet MULINO. Nous y présentons les principales conclusions de nos trois années de travail. Habituellement, un projet est évalué sur la base du rendu des activités de recherche et du respect de leur planification tel que figuré dans le projet original. Dans les pages qui suivent, ce bulletin présente une synthèse des résultats des activités dans les cinq langues des pays des partenaires institu-

➤ **système d'Aide à la Décision pour une Gestion Intégrée des Ressources en Eau des Bassins Versants Européens**

tionnels (end-users) du projet, partenaires véritablement inclus dans le consortium. Si la comparaison avec le projet original montre quelques différences, ces différences sont tout à fait justifiable et ceci constitue l'objet de ces quelques lignes d'éditorial.

Entre autres, j'ai été personnellement impressionné par l'évolution du rôle des acteurs locaux et des end-users avec qui nous avons collaboré jusqu'au rendu final à savoir pour (i) le concept méthodologique du projet MULINO et (ii) le développement du logiciel d'aide à la décision (mSAD). Nous avons effectivement clairement spécifié nos intentions de : (1.) construire des relations solides avec les décideurs (nos end-users), (2.) créer des outils d'aide à caractéristiques opérationnelles et (3.) remettre le travail relatif à la gestion des relations avec les acteurs locaux. Aujourd'hui, il s'avère que c'est la collaboration avec les end-users (agence de l'environnement, district de supervision de l'irrigation, contrat de rivière etc.) qui a occasionné une considération accrue de la relation entre les gestionnaires de l'eau et les communautés locales. Ceci nous a finalement amené à structurer leur contribution dans les processus décisionnels. Les résultats relatifs à cet aspect sont les fonctions du 'Groupe de Décideurs' (Group Decision Making) qui sont introduites dans le mSAD et la méthodologie pour analyser les 'Réseaux Locaux' (Local Networks) qui représente maintenant un maillon essentiel de l'approche développée dans le projet MULINO.

Même la relation entre le projet MULINO et la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) n'a pas été ce que nous avons envisagé au départ lors de l'écriture de la proposition, au moment même de l'approbation de la DCE par le Parlement Européen. D'un côté, nous espérions une relation bien plus directe entre l'application de la Directive. D'un autre côté, nous avons réalisé que ceci était en contradiction avec nos souhaits de se focaliser sur les sites d'étude ainsi que sur les décisions prises ou à prendre par les décideurs partenaires. En fait, dans la plupart des sites d'étude, la DCE n'avait même pas encore affecté le processus de décision à un niveau local. Malgré tout, le projet a contribué à augmenter l'information de nos partenaires sur cette nouvelle Directive. Ceci a notamment facilité les échanges entre les décideurs des divers pays européens partenaires et montré que la méthodologie que nous avons élaborée pouvait être le support à la réalisation des futurs plans de gestion de district hydrographique.

En dernier point, nous pouvons souligner les relations de MULINO avec l'extérieur. Jamais je n'aurais pu imaginer combien nous aurions pu nous investir dans ce type de relation. Cependant, si notre méthodologie et notre logiciel avaient quelque espoir d'être utiles voire utilisés, nous devons cette réalité aujourd'hui essentiellement à nos efforts de dissémination et de constitution de réseaux tout au long de ces trois dernières années. Nous en sommes très récompensés puisque aujourd'hui, plusieurs nouvelles applications de MULINO ont été mises en œuvre, à la fois sur de nouveaux sites d'études (nouveaux bassins versants avec de nouveaux partenaires institutionnels : end-users) et dans le cadre de formations puisque la méthodologie développée dans le projet MULINO sera enseignée à des étudiants du supérieur et présentée à de jeunes chercheurs.

*Carlo Giupponi
(Coordinateur du Projet)*

Le projet MULINO s'est développé dans le contexte de la politique européenne de l'eau consécutivement à la mise en place de la Directive Cadre (2000/60/CE). Ce projet avait trois objectifs :

1. Désigner et appliquer un système d'aide à la décision (SAD) opérationnel pour la gestion des ressources en eau basé sur (i) des modèles hydrologiques, (ii) des indicateurs multi-disciplinaires, (iii) et une procédure d'évaluation multi-critères ;
2. Tester le SAD sur des sites d'étude concrets en collaboration avec des équipes locales de gestion de l'eau ;
3. Démontrer le potentiel de l'outil dans le support d'une gestion durable des ressources en eau.

Le projet s'est étendu de janvier 2001 à décembre 2003. Un des premiers défis du projet consistait à établir une méthodologie générale qui comprenait le SAD (l'outil) et qui se devait d'être pertinente pour chacun des 6 sites d'études choisis, ni sans compromettre les exigences de l'étude intégrée et ni sans s'éloigner des cadres des politiques nationale et européenne de l'eau. La collaboration avec le 'monde réel' de la prise de décision, essentiellement représentée par les gestionnaires institutionnels, s'est révélée comme une tâche d'un effort considérable, notamment dans la coordination des interactions entre les processus de décision en cours et le planning du projet de recherche.

La production in fine du projet consiste en un outil composé d'un logiciel tout à fait fonctionnel et d'une méthodologie générale d'approche intégrée des problématiques de prises de décision dans la gestion de l'eau qui s'intègre dans le logiciel. Effectivement, le logiciel comprend des modèles, des méthodes d'analyses multi-critères et la grille européenne de formalisation des problèmes environnementaux intitulée DPSIR (Driving Forces, Pressures, State, Impact, Responses pour forces directrices, pressions, état, impact et réponses), le tout dans des formats de données couramment utilisés et donc garants de l'opérabilité universelle de l'outil. Le SAD ne nécessite pas d'un développement ultérieur du logiciel pour permettre une amélioration de son potentiel d'utilisation par les autorités locales de l'eau. Le développement de liens avec des Systèmes d'Information Géographique, des modèles hydrologiques et/ou des méta-modèles ont été préconisés. Ainsi, la dernière version du SAD (mDSS3) est entièrement couplée avec les modèles SFARMOD (utilisation du sol) et hydrologique CRASH (hydrologique). Le logiciel pourrait en fait être couplé à n'importe quel modèle pourvu qu'il respecte la procédure d'entrée et de sortie des données. Trois versions du SAD ont en fait été mises au point lors du projet MULINO : (1) mSAD1, (2) mSAD2 et (3) mSAD3. mSAD1 a été présentée aux gestionnaires de l'eau partenaires du projet (end-users) dès la fin de la première année du projet. L'implication des end-users dès le début du projet semble avoir été une stratégie très efficace pour le succès du projet, ce en particulier parce que nous avons pu adapter progressivement le logiciel à leurs besoins. La réponse aux attentes des end-users a par contre demandé des modifications très significatives du premier prototype. Par exemple, (a.) l'introduction dans le logiciel de la prise en compte d'un groupe d'acteurs dans le processus de prise de décision

pour l'amélioration de l'attribution des poids aux critères de décision, et (b.) l'analyse de sensibilité des résultats finaux du logiciel.

L'intégration des composants les plus importants de la méthodologie mise au point par MULINO a nécessité une étude multidisciplinaire des membres du projet. La grille européenne de formalisation des problèmes environnementaux (DPSIR) et ici relatifs à la ressource en eau, est utilisée pour structurer le dialogue dans la prise de décision concernant les problèmes environnementaux. Elle permet donc d'établir une vue dynamique et systémique du contexte de décision. Les indicateurs à utiliser dans le processus de décision peuvent être regroupés dans les cinq catégories de cette grille (D-P-S-I-R). Dans cette structuration de l'information, les modèles hydrologiques sont utilisés pour explorer et visualiser les interactions entre les pressions exercées sur la ressource (P) et l'état de la ressource (E). Quatre modèles différents ont été utilisés pour les six sites d'études : SWAT, CRASH, VIDRA & SFARMOD, ce dernier étant en fait plus un modèle d'utilisation du sol. L'utilisation du mSAD a été conçue comme une partie du processus qui inclut l'implication des acteurs dans le processus de décision par la réponse à un questionnaire réalisé dans le but de d'organiser la collecte des données nécessaires pour l'analyse des réseaux locaux (local network analysis). Cette information comprend les opinions sur le contexte de décision en général, leurs préférences pour les alternatives d'aménagement (Responses, -R-), des suggestions pour les critères de décisions ainsi que leur hiérarchisation tout comme le rôle des multiples acteurs. Le cœur même de l'outil d'aide à la décision est l'analyse multicritères. Différentes méthodes de la 'théorie de la décision' ont été retenues et déterminent en fait les composantes essentielles du logiciel.

L'application du mSAD requiert trois phases d'analyse. Dans la phase conceptuelle ("Conceptual Phase"), l'utilisateur du logiciel identifie les liens de causes à effet entre les activités humaines (les forces Directrices, -D-, Driving Forces), les pressions qu'exercent ces activités sur la ressource en eau (Pression, -P-, Pressures) et l'état de cette ressource (Etat, -S-, State). Cette phase produit une description formalisée des activités et des problématiques environnementales qu'elles engendrent à l'échelle du bassin versant et qui sont pertinentes pour les gestionnaires locaux. Cette phase permet également de mettre clairement en évidence les liens qui existent entre les différents éléments de la chaîne 'DPS'. C'est dans cette première phase que les modèles mathématiques (hydrologiques ou d'utilisation du sol) et les analyses des réseaux locaux peuvent être utilisés pour comprendre le problème sous différents angles d'approche. L'identification d'alternatives d'aménagement, encore appelées options, pour résoudre le problème de ressource en eau suit une phase de mise en forme ("Design Phase"). Dans le logiciel, l'utilisateur crée une matrice à n lignes représentant n indicateurs de décision ou critères, et m colonnes pour m options. C'est la matrice d'analyse (MA, AM: "Analysis Matrix"). Les cellules de la MA sont remplies avec les valeurs issues des indicateurs qui peuvent être produites par les modèles ou des jugements d'experts. La méthode de comparaison deux à deux (Pair Comparison) est retenue pour la prise en compte des jugements d'experts lorsque des données quantitatives ne sont pas disponibles ou

lorsque des choix subjectifs ont été réalisés, notamment lors de l'attribution des poids aux différents critères par l'utilisateur. Les fonctions de valeur (Value Function) ou les procédures de normalisation (Normalisation) permettent à l'utilisateur de créer une matrice d'évaluation (ME, EM: "Evaluation Matrix") qui est utilisée pour comparer l'impact des différentes options. Une procédure de hiérarchisation des poids a été mise au point pour faciliter la désignation des préférences du décideur et pour supporter les échanges avec les membres de sa cellule technique. Dans la dernière phase, la phase de décision (Decision Phase), l'utilisateur élabore une présentation synthétique des critères de décision par l'utilisation d'une ou des trois méthodes de décision proposées par le logiciel : (1) la méthode de simple addition des poids (Simple Additive Weighting : SAW), (2) les moyennes ordonnées de poids (Ordered Weighted Averages : OWA) et (3) une méthode pour ordonner les préférences par similitudes avec une solution idéale (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution : TOPSIS). L'application d'une de ces méthodes pour résoudre le problème de décision va refléter les préférences de l'utilisateur en référence avec les options pour atteindre une réponse (R). Ces différentes procédures encouragent l'utilisateur à augmenter sa vigilance sur les effets de jugements subjectifs lors de la sélection d'un critère plutôt que d'un autre par l'attribution des poids et par la fonction de valeur. Les deux analyses de sensibilité disponibles dans le logiciel sont (1) la détermination du critère le plus critique de la matrice (most critical criterion matrix) qui souligne le critère qui peut, par changement de son poids, faire changer la hiérarchisation des options et (2) le diagramme de tornado ("tornado diagram") qui illustre par un schéma les effets des poids accordés aux critères. Pour tester le logiciel lors de son développement, les end-users ayant participé au projet ont travaillé avec les partenaires locaux du projet pour appliquer la méthodologie de MULINO et la mSAD à un problème de décision réel à résoudre. Six cas d'étude ont été explorés lors de l'approche MULINO : en Angleterre, en Belgique, en Italie, au Portugal et en Roumanie. Le site d'étude européen a été ajouté afin de tester MULINO à l'échelle de plusieurs bassins versants et de taille beaucoup plus importante. Les bassins versants retenus diffèrent par leur taille, leur topographie, leur climat, leur contexte socio-économique et leur culture. La même méthodologie a cependant été utilisée pour les six sites d'étude en commençant par une définition du contexte local et national de décision concernant la gestion de la ressource en eau. Les points suivants donnent une description synthétique de la problématique de gestion de la ressource en eau rencontrée dans chacun des six sites d'études du projet MULINO. En Roumanie, MULINO a été utilisé pour évaluer l'impact de quatre systèmes agricoles différents sur la ressource en eau du bassin versant de la rivière Bahlui. L'objectif était d'optimiser les paramètres environnementaux et socio-économiques comme le transport de sédiments, les flux de nitrates et le bénéfice des agriculteurs. Le Comité de Rivière Prut est responsable de la gestion de l'eau dans cette zone et le contexte de décision était défini par l'évolution de la politique agricole dans le processus d'entrée de la Roumanie dans l'Union Européenne ; Au Portugal, MULINO a été appliqué à l'estimation de l'impact de différentes stratégies d'aménagement d'un barrage dans le bassin versant de la rivière Caia, en

Alentejo, bassin versant frontalier avec l'Espagne. Les options étaient liées aux problèmes corrélés d'irrégularité des précipitations et de manque d'eau qui affectent les usages agricoles et qui rentrent en compétition avec les autres usages, notamment par la provocation d'une dégradation importante de la qualité de l'eau du barrage suite à la diminution drastique de la quantité d'eau qu'il contient ;

En Angleterre, MULINO a testé une série d'options visant un développement durable de la distribution des ressources en eau en East Anglia face à la nécessité de préserver le patrimoine écologique et ce avec la participation de plusieurs groupes d'acteurs locaux. L'étude a été conduite en collaboration avec l'Agence de l'Environnement (EA : Environment Agency), autorité compétente pour l'aménagement des districts hydrographiques de la Directive Cadre sur l'Eau ;

En Belgique, MULINO a été appliqué aux décisions prises pour lutter contre les inondations dans les fonds de vallées de la Néthen, sous bassin versant de la Dyle, et qui résidaient principalement dans le choix de la localisation et des caractéristiques techniques de bassins d'orage (bassins de rétention d'eau). Une analyse intégrée des problèmes d'aménagements a été développée en collaboration avec la cellule de coordination du Contrat de Rivière Dyle dans le respect de l'article 4 de la DCE qui porte sur une gestion participative locale dans l'élaboration des plans de gestion des bassins hydrographiques.

En Italie, MULINO a été testé sur deux cas d'étude différents dans la Province de la lagune de Venise. Dans le bassin versant de Vela, deux options ont été testées, toutes deux relatives à la diminution des flux de nitrates issus des ruissellements agricoles. Dans le premier cas, des options générales d'aménagement ont été évaluées. Toujours dans ce premier cas mais dans une zone qui est couramment sujette à des pompages d'eau en dehors de la zone, les options concernaient des aménagements hydrauliques d'un degré d'artificialisation croissant. Dans le second cas, la Cavallino Peninsula, les options d'aménagement concernaient les problématiques d'irrigation consécutivement à une nouvelle législation qui n'autorise plus les agriculteurs à pomper librement dans la nappe souterraine.

Chacun de ces cas a été développé en collaboration avec les équipes locales de gestion de l'eau et d'aménagement territorial ;

A l'échelle de l'Europe, l'application de la deuxième version du mSAD (mSAD2) a consisté en la création de liens entre le CIS (the Catchment-based Information System, le système d'Information des Bassins versants) développé par le Centre Européen de Recherche Scientifique (JRC, Joint Research Center) situé à Ispra

en Italie, et l'évaluation de divers scénarios pour la politique agricole et l'application de la Directive Nitrates. La 'méthodologie MULINO' est applicable à diverses échelles et offre aux administrations de gestion de l'eau un outil didactique puissant avec une implication particulière pour la nouvelle législation sur l'eau au travers de la DCE. C'est pourquoi l'application du mSAD introduit une approche au processus de décision qui peut, à première vue, paraître déroutante pour certains aménageurs. La première implémentation du logiciel demande donc un effort et une attention tout particulier pour apprendre à utiliser le logiciel et surtout organiser en conséquence l'information utile. Les applications mener à bien au cours du projet ont montré que ceci pouvait faciliter comme complexifier la communication avec les différentes parties intéressées. Actuellement, la méthodologie est toujours en cours d'expérimentation avec de nouveaux sites d'étude par apport au pool de départ. Ainsi, une documentation assez complète accompagne le logiciel. Son contenu a pour objet d'aider l'utilisateur avec : (i) des rubriques d'aides multi-langues, (ii) un manuel d'utilisation, (iii) un tutorial sur transparents et (iv) un livret de documentation sur les fondements scientifiques des composantes du logiciel ; Le projet MULINO a développé un prototype 'souple' de système d'aide à la décision pour s'attaquer aux problèmes multi-sectoriels de la gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant en Europe. Ce résultat est celui d'un travail itératif impliquant des Universités, des Centres de Recherche et des Administrations de gestion de la ressource en eau dans quatre pays de l'Union Européenne et un en cours d'adhésion. Par la combinaison d'une définition transparente du contexte de décision, de modélisation hydrologique, d'analyses multicritères et d'analyses de sensibilité, l'outil se présente comme utile également : (i) pour la participation des acteurs locaux, (ii) pour l'information générale du publique ainsi que (iii) pour une participation au processus de décision. La méthodologie multi-sectorielle, trans-disciplinaire et appliquée des activités de recherche du projet MULINO contribue à véhiculer une compréhension commune et un dialogue clair sur la gestion durable des ressources en eau qui peut tout à fait être considéré comme une réponse aux exigences de la DCE.

Le site Internet du projet MULINO ainsi que le CD-Rom qui contient le logiciel et le matériel d'aide seront disponibles gratuitement sur simple demande. Pour contacter les participants du projet et/ou télécharger les prototypes, vous êtes invités à visiter le site du projet à l'adresse suivante:

<http://linux.feem.it/web/loc/mulino /index.html>



Este é o quinto e último número da MULINO newsletter. É, portanto, o veículo onde se apresentam as conclusões dos três anos de trabalho. Normalmente um projecto é avaliado pela forma como as actividades de investigação respeitaram o plano de trabalho. Nas próximas páginas encontrarão uma síntese dos resultados obtidos, nas cinco línguas oficiais dos países a que pertencem as instituições participantes neste consórcio de investigação. Ao retermos a proposta original, um conjunto de aspectos ressalta relativamente aquilo que tínhamos em mente no início do projecto. É acerca desses assuntos que gostaria de desenvolver este editorial. Acima de tudo, estou impressionado pela mudança no papel atribuído aos stakeholders locais e aos utilizadores finais dos principais resultados do projecto, isto é, a metodologia do MULINO e o software do Sistema de Apoio à Tomada de Decisão mDSS. Escrevemos claramente que o nosso principal objectivo consistia em construir um relacionamento com os decisores (os nossos utilizadores finais), para criar ferramentas de apoio que possam ser efectivamente utilizadas, deixando-lhes o trabalho de gerir as relações com os stakeholders locais. Na realidade, foi esta colaboração com os utilizadores finais (agências ambientais, associações de regantes, etc.) que nos conduziu a uma crescente consideração das interacções da gestão da água e das comunidades locais e na estruturação da sua contribuição para os processos de tomada de decisão. Exemplos dos resultados obtidos são as funções de "Tomada de Decisão e Grupo" que foram introduzidas no mDSS, e a metodologia para analisar as "Redes Locais" que constituem uma parte essencial da abordagem MULINO. Também a relação entre MULINO e a Directiva-Quadro da Água (DQA) não foi bem aquela que tínhamos em mente quando a proposta foi escrita, num momento em que esta directiva se encontrava para aprovação pelo Parlamento Europeu. Por um lado, esperávamos uma relação mais directa com a implementação da Directiva, mas compreendemos que isto se encontrava em conflito com o desejo de desenvolver estudos de caso e, portanto, decisões no mundo real. Na verdade, na maior parte dos estudos de caso, a DQA ainda não influenciava, ao nível local, o processo de tomada de decisão. No entanto, o projecto contribuiu para aumentar o conhecimento da Directiva, facilitou os contactos entre decisores de diferentes países da UE, e a metodologia desenvolvida tem o potencial de apoio à realização de Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas.

Uma última consideração para as interacções existentes fora das actividades programadas. Nunca imaginei que investíssemos tanto nesta área, mas na verdade, se a nossa metodologia e o nosso software têm reais perspectivas de virem a ser utilizados no futuro, devemos isso aos esforços investidos na disseminação e construção de redes que decorreram nestes últimos três anos. Estamos encorajados pelo facto de neste momento numerosas novas aplicações do MULINO terem sido iniciadas, quer ao nível da sua aplicação a outras bacias hidrográficas, quer ao nível de cursos universitários, onde a metodologia e o trabalho desenvolvido no MULINO estão a ser disponibilizados a estudantes e jovens investigadores.

*Carlo Giupponi
(Coordenador do Projecto)*

> apoio ao processo de tomada de decisão para a gestão sustentável de recursos hídricos em bacias hidrográficas europeias.

O projecto MULINO desenvolveu-se no contexto da Política Europeia da Água que, tal como é definida pela Directiva-Quadro da Água (DQA - 2000/60/EC), apresenta três objectivos principais:

1. Construir e implementar um sistema operativo de apoio à tomada de decisão (DSS) para a gestão de recursos hídricos. Este sistema assenta na modelação hidrológica, em indicadores multidisciplinares e na análise multi-critérios.
 2. Testar este sistema em casos de estudo representativos, em cooperação com instituições de âmbito local com responsabilidade na gestão da água.
 3. Demonstrar o potencial desta ferramenta no apoio à gestão sustentável de recursos hídricos na Europa.
- As actividades do projecto decorreram de Janeiro de 2001 a Dezembro de 2003. Um dos principais desafios correspondeu à produção de uma metodologia geral, que por um lado incluísse um DSS que pudesse ser aplicado em cada um dos seis casos de estudo seleccionados, e que por outro lado não comprometesse os requisitos da análise integrada e de interesse para a implementação de políticas da água nacionais e europeias. A colaboração de decisores com intervenção no mundo real (instituições de gestão da água) demonstrou ser outro desafio, particularmente para a necessária articulação de processos reais de decisão com o plano de trabalho deste projecto de investigação.

O resultado final é uma ferramenta de apoio à decisão que tem vindo a ser desenvolvida como um software autónomo integrada numa metodologia global, que se pretende que seja aplicada à abordagem integrada de problemas de decisão relacionados com a gestão da água. O software desenvolvido, que agrega componentes como a Modelação de Análise Integrada (IAM), a Análise Multi-Critérios (MCA), bem como o sistema de indicadores DPSIR da Agência Europeia do Ambiente, adopta os formatos de dados mais actuais de modo a garantir a sua inter-operacionalidade. Este sistema não necessita de software adicional, facto que aumenta o seu potencial de utilização. No entanto, são fornecidas ligações opcionais a software SIG, a modelos hidrológicos e/ou meta-modelos e, na última versão do software, um procedimento completo de ligação, conecta o mDSS3 aos modelos SFARMOD (uso do solo) e CRASH (hidrológico). Contudo, este software pode ser conjugado com qualquer outro modelo que respeite os procedimentos padrão de input/output.

O MULINO DSS (mDSS) foi desenvolvido em 3 versões (mDSS1, mDSS2 e mDSS3) durante o período do projecto, tendo a primeira versão sido apresentada aos utilizadores finais antes do fim do primeiro ano. O envolvimento dos potenciais utilizadores finais do DSS desde o início demonstrou ser uma estratégia eficaz para o sucesso do projecto, permitindo que o consórcio de investigação aperfeiçoasse progressivamente o software às suas necessidades. Assim, como resultado das reacções dos diferentes parceiros e utilizadores finais, o sistema sofreu mudanças significativas desde a apresentação do primeiro protótipo. Exemplo disso é o conjunto de rotinas para envolver os grupos de stakeholders num processo de decisão em grupo e as capacidades para gestão da decisão, tais como os procedimentos de pon-

deração de critérios e a análise de sensibilidade dos resultados.

A integração dos componentes básicos que compõem a metodologia do MULINO envolveu os membros do projecto numa abordagem multidisciplinar de resolução de problemas para atingir os objectivos do estudo. O sistema de indicadores DPSIR é utilizado para estruturar problemas decisionais em termos de Drivers – Pressures – State – Impacts – Responses (Forças motoras – Pressões – Estado – Impactos – Respostas), estabelecendo assim uma visão dinâmica e sistémica do contexto decisional. Os indicadores que forem utilizados no processo de tomada de decisão podem ser agrupados de acordo com estas categorias. O modelo hidrológico é usado para explorar e visualizar as interacções das Pressões e do Estado. Quatro modelos diferentes foram utilizados nos casos de estudo: SWAT, CRASH, VIDRA & SFARMOD, sendo este último um modelo de uso do solo. A utilização do software mDSS foi pensada como parte de um processo, que pode integrar o envolvimento de stakeholders no processo de tomada de decisão. Esta participação é feita através da resposta a um questionário definido para estruturar as suas contribuições e recolher a informação necessária para a análise das redes locais: opiniões acerca do contexto decisional, as suas preferências relativamente a opções alternativas, sugestões para critérios de decisão e sua ponderação, responsabilidades dos diferentes stakeholders. O cerne desta ferramenta de apoio à decisão é a análise multi-critérios. Com base na teoria da decisão foram escolhidos os métodos que determinam as funções básicas do software.

A aplicação da ferramenta de decisão do MULINO necessita de três fases de análise. Na “Fase Conceptual”, o utilizador do mDSS procura e identifica relações causais entre as actividades humanas (D), as pressões que elas exercem (P), e o estado do ambiente (S). Esta fase produz uma descrição formal das actividades e assuntos importantes para a gestão da bacia hidrográfica e torna as relações entre estes fenómenos explícitas sob a forma de “cadeias DPS”. É nesta primeira fase que a modelação matemática e a análise das redes locais podem ser usadas para explorar o problema em estudo de diferentes formas.

A identificação de opções alternativas de intervenção, tais como projectos específicos de gestão da água, desenvolve-se durante a “Fase de Desenho”. Utilizando o sistema MULINO, o utilizador constrói uma “Matriz de Análise” (AM) com n linhas de indicadores decisionais ou critérios e m colunas de opções. Esta matriz representa a plataforma de ligação da Modelação de Análise Integrada com a Análise Multi-Critérios.

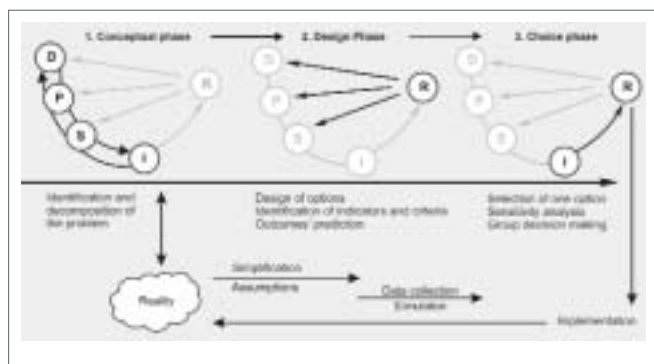
As células da Matriz de Análise podem ser preenchidas com valores derivados da monitorização de indicadores, de outputs de modelos e/ou de avaliações de peritos. A comparação par-a-par é adoptada para estruturar a inclusão de opiniões de peritos quando os dados quantitativos não se encontram disponíveis ou quando escolhas subjectivas, tais como a ponderação de critérios, têm de ser realizadas. As funções de valor e a os procedimentos de normalização permitem produzir uma “Matriz de Avaliação” que pode ser usada para comparar os impactos (I) esperados de cada uma das opções de decisão alternativas. A ponderação através do processo analítico hierárquico é também incluída de

modo a facilitar aos decisores a enunciação das suas preferências e a apoiar as suas interacções com as suas equipas técnicas.

Por último, na “Fase de Decisão”, o utilizador organiza um conjunto sucinto de critérios de decisão, utilizando um ou os três métodos de agregação disponíveis para serem aplicados: Soma Ponderada (SAW); Médias Ponderadas Ordenadas (OWA); ou a Técnica de Ordenação de Preferências por Similaridade com a Solução Ideal (TOPSIS). A aplicação de qualquer um destes métodos para resolver um problema decisional irá recolher as preferências do utilizador relativamente às alternativas para chegar a uma resposta (R). Os resultados obtidos podem ser posteriormente analisados e reavaliados através da análise de sensibilidade. Estes vários procedimentos estimulam o utilizador a aumentar a sua percepção das consequências, no resultado final, de julgamentos subjectivos tais como os que se relacionam com a selecção e ponderação de critérios e das funções de valor. As duas funções de análise de sensibilidade disponíveis são “a matriz do critério mais decisivo”, que mostra o critério que tem maior influência na identificação da melhor opção, e o “diagrama de tornado”, que ilustra os efeitos das ponderações dos critérios seleccionados.

Para testar o software durante o seu desenvolvimento, os utilizadores finais participantes no projecto, conjuntamente com os parceiros locais, aplicaram a metodologia do MULINO e o mDSS a um problema de decisão real. Durante o decurso do projecto seis casos de estudo foram utilizados para explorar a abordagem MULINO na Roménia, em Portugal, no Reino Unido, na Bélgica e em Itália. Adicionalmente, e à escala europeia, foi desenvolvido um estudo para usar o sistema numa aplicação muito mais ampla. As bacias hidrográficas seleccionadas variam em dimensão, topografia, clima, e contextos sócio-económico e cultural. Em todos os casos de estudo foi utilizada uma metodologia similar para testar a ferramenta de decisão do MULINO, começando pela definição de um contexto decisional específico. Os estudos de caso são descritos em seguida:

Na Roménia, o MULINO foi usado para avaliar quatro sistemas agrícolas alternativos na Bacia Hidrográfica do Rio Bahlui. O objectivo foi otimizar parâmetros ambientais e sócio-económicos tais como carga de sedimentos, fluxos de nitratos e rendimento dos agricultores. O Conselho de Bacia do Rio Prut é responsável pela gestão da água nesta área e o contexto decisional foi definido no quadro de evolução da política agrícola dentro do processo de adesão da Roménia à União Europeia;





Em Portugal, o MULINO foi testado através da avaliação de diferentes estratégias de gestão de uma barragem na Bacia Hidrográfica do Rio Caia, situado no Alentejo, junto à fronteira com Espanha. As opções foram seleccionadas para responder aos problemas associados ao regime irregular de precipitação e à escassez de água que afecta a sua disponibilidade para os diferentes utilizadores. A agricultura compete com outros sectores pelo uso da água, fazendo da gestão da quantidade disponível e da preservação da sua qualidade, associadas à necessidade de salvaguardar o caudal ecológico, questões essenciais do processo de decisão. O estudo foi desenvolvido em colaboração com duas entidades responsáveis pela gestão da água na região: o Instituto da Água (INAG) e o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica;

No Reino Unido, o MULINO foi testado pelo estudo de diferentes opções de distribuição sustentável da água e de preservação das necessidades de caudal ecológico, num contexto com muitos tipos diferenciados de stakeholders na região de Broads of East Anglia. O estudo foi conduzido em colaboração com a Environment Agency, a autoridade responsável pela gestão das bacias hidrográficas no quadro da Directiva-Quadro da Água;

Na Bélgica, o MULINO foi testado em decisões tomadas para localizar albufeiras e barragens de laminagem de cheias de modo a reduzir o risco de inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Nethen. O desenvolvimento de uma visão integrada da gestão dos recursos hídricos foi o ponto focal para o trabalho com o coordenador do River Contract do Rio Dyle, no contexto da implementação local da Directiva-Quadro da Água;

Em Itália, o MULINO foi testado em dois estudos de caso diferentes, situados na proximidade da laguna de Venezia. Na Bacia Hidrográfica do Rio Vela dois contextos decisoriais foram explorados, ambos no contexto da redução da carga de nitratos da escorrência agrícola. No primeiro caso, projectos alternativos para gestão de estratégias gerais foram avaliados, e numa localidade específica, que é mantida pela bombagem de água, foram avaliadas alternativas de engenharia hidráulica, para escolher a estratégia de gestão da água mais eficiente. No segundo estudo de caso, situado na Península de Cavallino, foram avaliadas opções alternativas à irrigação na sequência de legislação proibitiva da extracção de água subterrânea. Cada um destes casos foi desenvolvido com as agências locais responsáveis pela gestão da água e manutenção das infra-estruturas. Ao nível da União Europeia, o teste de implementação do mDSS2 consistiu na construção de ligações com

Sistema de Informação de Bacias Hidrográficas que se encontra a ser desenvolvido pelo Centro Comum de Investigação (CEC-JRC) em Ispra, e na avaliação de cenários alternativos para a política agrícola e para a implementação da Directiva Nitratos.

A metodologia do MULINO é aplicável a vários níveis de análise espacial e oferece às instituições de gestão de recursos hídricos uma ferramenta robusta de aprendizagem com especial interesse no contexto do actual quadro legal resultante da Directiva-Quadro da Água. Por esta razão, a aplicação do mDSS introduz uma abordagem ao processo de tomada de decisão que pode ser, no início, pouco familiar para os gestores da água. A primeira utilização deste software requer um investimento de tempo e de empenho para aprender a utilizar o software, organizar e harmonizar a informação necessária. As aplicações implementadas até este momento sugerem que, para além de melhorias no processo decisional, esse investimento pode ser valorizado pelo menos porque facilita a comunicação entre as partes interessadas. Neste momento, a metodologia está ainda em experimentação e mais casos de estudo se têm vindo a somar ao conjunto inicial. Com a ampla documentação que acompanha o software pretende-se apoiar o utilizador através de uma ajuda em várias línguas, um manual do utilizador, uma apresentação de rotinas e uma brochura com documentação científica de enquadramento.

O projecto MULINO desenvolveu um protótipo flexível de sistema de apoio à tomada de decisão para responder aos problemas complexos e multi-sectoriais da gestão de recursos hídricos ao nível da bacia hidrográfica na Europa. Isto foi conseguido através de um processo iterativo envolvendo universidades, centros de investigação e agências de gestão da água em cinco países europeus. A combinação da clara definição do contexto decisional com a modelação hidrológica, a MCA e a análise de sensibilidade, proporciona uma ferramenta valiosa para o empenho dos stakeholders, e para um processo participado de tomada de decisão. A metodologia do MULINO baseada na análise multi-sectorial e multidisciplinar contribui para a compreensão e comunicação da gestão sustentável dos recursos hídricos, contribuindo deste modo para a implementação dos objectivos da Directiva-Quadro da Água. O MULINO website e o CD-Rom contendo o software e todos os materiais de apoio estão disponíveis para distribuição gratuita. Para contactar os participantes no projecto e descarregar os protótipos convidamo-lo a visitar-nos em:

<http://linux.feem.it/web/loc/mulino/index.html>

> editorial

Aceasta este ediția a cincea și ultima a jurnalului MULINO, și deci locul în care se încearcă să se tragă concluziile după trei ani de lucru. De obicei un proiect este evaluat în funcție de măsura în care activitățile de cercetare au respectat planul de lucru. În paginile următoare veți găsi o sinteză a rezultatelor noastre în cele cinci limbi maternale ale institutelor care au participat la consorțiu. Întorcându-ne în timp și recitind propunerea originală, apar o serie de aspecte care diferențiază ceea ce s-a realizat într-adevăr în timpul derulării proiectului față de ceea ce preconizăm la început. Asupra acestor aspecte aș dori să fac câteva considerații în aceste câteva rânduri ale editorialului. Mai presus de orice, sunt impresionat de modificarea rolului stakeholders locali și a utilizatorilor finali ai principalelor ieșiri (output-uri) ale proiectului: metodologia MULINO și programul (software) mDSS. Am stabilit în mod clar că obiectivul nostru principal a fost cel de a construi o relație cu factorii de decizie (utilizatorii noștri finali), pentru a crea instrumente suport care să poată fi efectiv utilizate, lăsându-le acestora sarcina de a stabili relații cu stakeholders locali. În prezent, această colaborare cu utilizatorii finali (agenții de mediu, autorități naționale pentru gospodărirea apelor, consilii de administrație în irigare, etc.) ne-a condus spre o creștere a atenției acordate relației dintre managementul apei și comunitățile locale, și de a structura contribuția acestora în procesele decizionale. Exemple de astfel de rezultate sunt funcțiile "Realizarea Deciziilor de Grup" introduse în mDSS, și metodologia de analiză a "Rețelelor Locale" care este o parte esențială a abordării sau propunerii MULINO. Atunci când am scris propunerea de proiect nu ne gândeam la legătura dintre MULINO și Directiva Cadru a Apei (WFD), aceasta așteptând încă aprobarea Parlamentului European. Pe de altă parte, ne-am așteptat la o relație mult mai directă cu aplicarea Directivei, dar ne-am dat seama că aceasta era în conflict cu dorința de a ne referi la studii de caz și deci la decizii în realitate. În fapt, în majoritatea studiilor de caz, WFD nu a afectat încă procesul decizional la nivel local. Cu toate acestea, proiectul a contribuit la creșterea conștientizării Directivei, facilitând schimburi între factorii de decizie din diferite state UE, iar metodologia pe care am elaborat-o poate susține realizarea Planurilor de Management a Bazinelor Hidrografice în viitor. O ultimă observație privind interacțiile din afara activităților programate: nu ne-am imaginat niciodată că aveam atâta de investit în această zonă, dar de fapt, dacă metodologia și programul au perspective reale de a fi utilizate în viitor, datorăm aceasta eforturile investite în diseminarea și realizarea rețelelor în acești ultimi trei ani. Suntem încurajați de faptul că, în acest stadiu, au fost inițiate numeroase aplicații noi MULINO, atât în bazine hidrografice suplimentare care sunt explorate cu autoritățile locale de management al apei, cât și cursuri universitare care preiau metodologia MULINO pentru studenți și tineri cercetători.

*Carlo Giupponi
(Coordonator de proiect)*

> *sprijinirea luării deciziilor integrate în managementul durabil al resurselor de apă din bazinele hidrografice Europene.*

Proiectul MULINO a fost dezvoltat în contextul European al politicii apei, așa cum a fost acesta definit de Directiva Cadru a Apei (2000/60/CE), având trei obiective principale:

1. De a proiecta și implementa un sistem suport operațional de decizie pentru managementul resurselor de apă bazat pe modelarea hidrologică, indicatori multi-disciplinari și o procedură de evaluare multi-criterială.
2. De a testa sistemul în studii de caz reprezentative în cooperare cu organizațiile locale de gospodărire a apei.
3. De a demonstra potențialul instrumentului în sprijinirea managementului durabil al resurselor de apă din Europa.

Proiectul s-a desfășurat în perioada Ianuarie 2001 - Decembrie 2003. O primă provocare a proiectului a fost aceea de a produce o metodologie generală ce include un instrument SSD (Sistem Suport de Decizie) care poate fi aplicat în fiecare din cele 6 studii de caz selectate, fără a neglija cerințele pentru abordarea integrată și relevanța pentru cadrul național și cel European al politicii apei. Colaborarea cu factorii de decizie din lumea reală (organizațiile de gospodărire a apei) s-a dovedit o provocare, mai ales pentru coordonarea interacțiilor dintre procesele decizionale în desfășurare cu planul de lucru al proiectului de cercetare.

Rezultatul final este un instrument care a fost dezvoltat ca un instrument informatic (software) de sine stătător (stand-alone) și o metodologie generală în cadrul căreia poate fi aplicat instrumentul pentru o abordare integrată a problemelor de decizie legate de managementul apei. Software-ul încorporează un model de analiză integrată (IAM), analiză multi-criterială (MCA) și cadrul DPSIR al Agenției Europene de Mediu, adoptând formatele de date existente pentru a garanta interoperabilitatea. Sistemul nu cere programe informatice (software) suplimentare, care ar putea îmbunătăți potențialul utilizării sale de către organizațiile de management al apei. Sunt oferite legături opționale cu software GIS, modele hidrologice și/sau meta-modelele, iar în ultima versiune a programului (software) se oferă o întreagă procedură de cuplare ce leagă mDSS3 cu modele SFARMOD (folosința a terenului) și CRASH (hidrologic). Programul informatic (software) poate fi cuplat de asemeni cu orice model care respectă o procedură standard de intrare/ieșire.

În timpul derulării proiectului, programul software MULINO DSS "mDSS" a fost elaborat în 3 versiuni (mDSS1, mDSS2 și mDSS3), iar prima versiune a fost prezentată utilizatorilor finali ai proiectului înainte de sfârșitul primului an. Implicarea de la bun început a utilizatorilor finali potențiali s-a dovedit a fi o strategie eficientă pentru succesul proiectului, permițând consorțiului de cercetare să adapteze progresiv dezvoltarea software-ului la necesitățile acestora. Sistemul a suferit modificări semnificative de la elaborarea primului prototip, ca rezultat al feedback-ului atât de la partenerii proiectului, cât și de la utilizatorii finali potențiali. Capabilitățile software-ului au fost extinse pentru a include proceduri de implicare a unui grup de stakeholders (persoane/instituii afectate de procesul de decizie) într-un proces de decizie



de grup precum și elemente de management decizional, cum ar fi proceduri îmbunătățite de importanță a criteriilor și analize de sensibilitate a rezultatelor.

Integrarea componentelor primare ce constituie Metodologia MULINO, a angajat membrii proiectului în rezolvarea problemelor multidisciplinare pentru a realiza obiectivele proiectului. Cadrul conceptual DPSIR este utilizat pentru a structura probleme de decizie în termeni de Forte externe – Presiuni – Stări – Impacte – Răspunsuri, și deci stabilirea unei viziuni sistemice și dinamice a contextului decizional. Indicatorii care trebuie utilizați în procesul decizional pot fi grupați în concordanță cu acele categorii. Un model hidrologic este utilizat pentru a explora și vizualiza interacțiile dintre presiuni și stări. Patru modele diferite au fost utilizate în studiile de caz: SWAT, CRASH, VIDRA & SFARMOD, ultimul fiind un model de folosința a terenului. Utilizarea programul software mDSS a fost văzută ca parte a unui proces, care poate include implicarea stakeholderilor în procesul decizional prin utilizarea unui chestionar proiectat pentru a structura contribuțiile acestora și a colecta necesarul de date pentru o analiză de rețea locală. Aceste informații includ opiniile celui chestionat asupra contextului decizional în general, preferințele lor pentru opțiuni alternative, sugestii pentru criteriile de decizie și importanța acestora, ca și rolurile și responsabilitățile diferiților stakeholderi. Inima instrumentului decizional însuși este dată de analiza multicriterială. Funcțiile primare ale programului sunt determinate de metodele selectate din teoria decizională.

Aplicarea instrumentului suport de decizie MULINO necesită trei faze de analize. În "Faza Conceptuală", utilizatorul mDSS investighează și identifică legăturile cauzale dintre activitățile umane (D), presiunile pe care le exercită (P), și starea mediului (S). Această fază oferă o descriere formală a activităților și problemelor relevante pentru managementul bazinului hidrografic și realizează relațiile explicite dintre aceste fenomene în forma "lanțurilor DPS". În această primă fază pot fi utilizate modelarea matematică și analizele de rețea locală pentru a explora problema în diferit moduri.

În "Faza de Proiect" urmează identificarea opțiunilor alternative pentru proiectele specifice de managementul apei. Utilizând sistemul MULINO, utilizatorul configurează o matrice cu n rânduri de indicatori sau criterii decizionale și m coloane de opțiuni. Acest matrice formalizează structural "matricea de analiză" (AM), care reprezintă interfața dintre componentele IAM și MCA. Celulele AM

pot fi umplute cu valori derivate din monitorizarea indicatorilor, ieșirile modelului și/sau evaluările expertului.

Abordarea comparației pe perechi este adoptată pentru a structura includerea opiniilor expertului atunci când nu sunt disponibile date cantitative sau când au fost realizate alegeri subiective, cum ar fi ponderea criteriilor. Funcțiile valoare și procedurile de normalizare permit utilizatorului să producă o "matrice de evaluare" care poate fi utilizată pentru a compara impactele așteptate (I) ale opțiunilor decizionale alternative. O procedură de pondere ierarhică este inclusă pentru a facilita deducerea preferințelor factorilor decizionali și a oferi o interfață dintre aceștia și personalul tehnic.

În final, în "Faza de Decizie", utilizatorul elaborează o prezentare concisă a criteriilor decizionale, utilizând una sau toate cele trei reguli alternative de decizie care poate fi aplicate: metoda simplă de adunare ponderată (SAW); medii ponderate ordonate (OWA); sau metoda de ordonare a preferințelor după similaritatea pentru soluția ideală (TOPSIS). Aplicarea oricăreia dintre aceste metode pentru a rezolva problema decizională va scoate în evidență preferințele utilizatorului în legătură cu opțiunile alternative de a ajunge la un răspuns (R). Răspunsurile obținute pot fi ulterior investigate și re-evaluate prin intermediul procedurilor de analize de sensibilitate. Aceste proceduri variate încurajează utilizatorul să conștientizeze efectele evaluărilor subiective cum ar fi selectarea criteriilor, ponderea, și funcția valoare asupra rezultatului final. Cele două funcții disponibile de analize de sensibilitate sunt "matricea celui mai critic criteriu", care prezintă criteriul cu cea mai mare influență în identificarea celei mai bune opțiuni, și "diagrama Tornado", care ilustrează efectele ponderii criteriilor selectate.

Pentru a testa software-ul în timpul dezvoltării sale, utilizatori finali participanți la proiect au concluzat cu partenerii locali ai proiectului pentru a aplica metodologia MULINO și mDSS într-o problemă decizională reală. Au fost utilizate șase studii de caz pentru a explora abordarea MULINO în timpul derulării proiectului, în România, Portugalia, Regatul Unit al Marii Britanii, Belgia și Italia. Un studiu suplimentar la scară europeană a încercat utilizarea sistemului într-o aplicație mai largă. Bazinele hidrografice selectate diferă în dimensiune, topografie, climat, contexte socio-economice și culturale. În toate cazurile a fost utilizată o metodologie similară pentru a testa instrumentul MULINO, începând cu definiția contextului decizional specific. Studiile de caz pot fi descrise după cum urmează:

În ROMÂNIA, MULINO a fost utilizat pentru a evalua patru sisteme alternative de agricultură în bazinul hidrografic al râului Bahlui. Scopul a fost de a optimiza parametrii de mediu și socio-economici cum ar fi depozite sedimentare, fluxuri de nitrați și venitul fermierilor. Comitetul bazinal al râului Prut este responsabil cu managementul apei în zonă, iar contextul decizional a fost definit în contextul implicării politicii agricole în procesul accederii României la Uniunea Europeană;

În PORTUGALIA, MULINO a fost testat prin abordarea opțiunilor pentru strategiile de management al barajelor în bazinul hidrografic al râului Caia, în Alentejo, la granița spaniolă. Opțiunile au fost selectate pentru a se referi la probleme legate de un regim neregulat de precipitații și deficit de apă care afectează accesibilitatea aprovizionării către utilizatorii principali. Agricultură concurează cu alte sectoare în utilizarea apei iar managementul cantitativ al resurselor de apă împreună cu preservarea calității apei sunt probleme semnificative. Studiul a fost realizat printr-o strânsă colaborare cu doua instituții responsabile cu gospodărirea apelor în regiune: Institutul Apei și Institutul de Hidraulică și Dezvoltare Rurală.

În MAREA BRITANIE, MULINO a fost testat prin examinarea unui domeniu de opțiuni pentru alocarea durabilă a resurselor de apă și conservarea cerințelor de flux ecologic, într-un context cu tipuri foarte diferite de stakeholderi într-o zonă largă din estul Angliei. Studiul a fost realizat în colaborarea cu Agenția de Mediu, autoritatea competentă responsabilă cu managementul bazinelor râurilor în Directiva Cadru a Apei;

În BELGIA, MULINO a fost testat pe deciziile luate pentru a localiza rezervoarele de stocare a apei și a barajelor pentru a reduce riscul inundațiilor în bazinul hidrografic Nethen. Dezvoltarea unei viziuni integrate a problemelor de management al apei a fost focalizată în lucrul cu coordonatorul Contractului râului Dyle, în contextul implementării locale a Directivei Cadru a Apei;

În ITALIA, MULINO a fost testat pe două cazuri diferite din vecinătatea lagunei Venețiene. În bazinul hidrografic Vela au fost utilizate două contexte decizionale înlănțuite, amândouă în contextul reducerii depozitelor de nitrați și a scurgerilor pluviale de suprafață. În primul caz, au fost evaluate proiecte alternative pentru strategii de management generale, iar în localizații specifice acolo unde apa este adusa prin pompare dintr-o zona exterioară, au fost evaluate opțiuni alternative din ingineria naturalistică și hidraulică pentru a alege cel mai eficient management al strategiei apei. Al doilea caz, în Peninsula Cavallino, s-a ocupat cu evaluarea opțiunilor alternative pentru irigație urmărind legislația care interzice fermierilor să continue utilizarea resurselor de apă subterane. Fiecare din aceste cazuri a fost dezvoltat cu administratorii locali pentru managementul apei și menținerea infrastructurii la nivel local;

La scară europeană, testul pentru implementarea mDSS2 a constat în realizarea unor legături cu Sistemul de Informații la scara bazinelor hidrografice dezvoltat de CEC-JRC la Ispra, și evaluarea scenariilor alternative pentru politica agricolă și implementarea Directivei Nitraților.

Metodologia MULINO este aplicabilă la mai multe scări și oferă organizațiilor de management al apei un instrument

puternic de învățare, având relevanță în mod deosebit în cadrul legal modern configurat de Directiva Cadru a Apei a UE. Din acest motiv, aplicarea mDSS introduce o abordare a luării deciziilor care poate fi, la început, nefamiliară multor manageri ai apei. Prima aplicare necesită o investiție de timp și efort pentru a învăța cum se utilizează software-ul și cum se organizează informațiile relevante într-un mod compatibil. Aplicațiile desfășurate au sugerat că aceste investiții de timp și efort fac parte din îmbunătățirile potențiale ale procesului decizional și ar putea fi valoroase cel puțin pentru facilitarea comunicării cu părțile interesate.

Metodologia este încă în fază experimentală și alte studii de caz sunt adăugate setului inițial de studii de caz. Documentația extensivă care însoțește software-ul este orientată spre asistarea utilizatorului prin funcția de asistență multilingvistică, manualul utilizatorului, un tutorial sub formă de derulare a unor diapozitive, precum și o broșură de documentare științifică.

Proiectul MULINO a dezvoltat un prototip flexibil - instrument suport de decizie software pentru problemele complexe multi-sectoriale de management al resursei de apă și al calității apei la scara bazinului hidrografic în Europa. Acesta a fost realizat printr-o procedură iterativă implicând universități, centre de cercetare și organizații de management al apei în cinci state europene. Combinând o definiție transparentă a contextului decizional cu modelarea hidrologică, MCA, și analizele de sensibilitate, el oferă un instrument valoros de colaborare între stakeholderi, mediu social și factori de decizie. Metodologia multi-sectorială, trans-disciplinară și bazată pe aplicație oferită de activitățile de cercetare MULINO contribuie la crearea unei baze de cunoștințe comune și la stabilirea comunicării în managementul durabil al apei și de aceea poate fi privită ca o condiție prealabilă pentru multe din țelurile reflectate în WFD.

Site-ul web MULINO și CDRom-ul conținând software-ul și toate materialele pe hârtie sunt disponibile gratuit. Pentru a contacta participanții la proiect și pentru a descărca prototipurile, doritorii sunt invitați să viziteze: <http://linux.feem.it/web/loc/mulino/index.html>



> acknowledgements

Thanks and acknowledgement go out to all of the following institutions and individuals for their contribution to the MULINO project. Close co-operation with our Scientific Officer, Mr. Panagiotis Balabanis, was fundamental to the project's realisation.

European Commission, DG Research, Water Cycle and Soil Related Aspects Unit

Andrea Tilche
Panagiotis Balabanis

MULINO Consortium

Fondazione ENI Enrico Mattei (FEEM)

Carlo Giupponi
Adrian Stanica (Marie Curie Research Fellow)
Anita Fassio
Brizio Berger
Dino Pinelli
Elke Petersson (Marie Curie Research Fellow)
Francesca Carobba
Francesco Ianzara
Irena Vladimirova (Marie Curie Research Fellow)
Jacobo Feás Vazquez (Marie Curie Research Fellow)
Jaro Mysiak¹
Marni Wood
Paolo Rosato
Riccardo Tarquini
Roberta Camera
Silvia Bertolin
Valeria Papponetti
Valerie Cogan

Centro de Investigação da Universidade Atlântica (UATLA)

Nelson Lourenço
Carlos Russo Machado
Luís Rodrigues
Maria do Rosário Jorge
Patrícia Dolores de Melo

Université Catholique de Louvain (UCL)

Mark Rounsevell
Agnieszka Romanowicz
Isabelle La Jeunesse²
Marnik Vanclooster

Silsoe Research Institute (SRI)

Eric Audsley
Janet Annetts
Kerry Pearn

European Commission Joint Research Centre (EC-JRC) - Institute for Environment and Sustainability

Roland Hiederer
Alessandro Annoni
Evi Herelixa (Soil Service of Belgium (SSB))
Jos Van Orshoven (Katholieke Universiteit Leuven)
Nancy Vogles (Soil Service of Belgium (SSB))

Centre for Advanced Studies, Research and Development in Sardinia (CRS4)

Claudio Paniconi³
Andrea Giacomelli
Mauro Sulis
Pierluigi Cau

Research Institute of Soil Science and Agrochemistry of Bucharest (RISSA)

George Cojocaru
Nilca Ioana

Fundatia Pentru Tehnologia Informatiei Aplicate in Mediu, Agricultura si Schimbari Globale (TIAMASG)

Catalin Simota
Institute of Water and Environment – Cranfield University (IWE)
Ian Holman
David Marechal
Julia Quinn

End User Institutions

Consorzio di Bonifica Destra Piave and Consorzio di Bonifica Basso Piave – Italy

Lorenzo Furlan
Marco Tamaro

Instituto da Água (INAG) – Portugal

Isabel Guilherme
João Pedro Avilez
Marques Ferreira

Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente (IHERA) – Portugal

António Perdigão
Pedro Oliveira

Contrat de Rivière Dyle – Belgium

Jean-Marie Tricot
Stéphanie Lange
Eddy Montignies

Environment Agency – United Kingdom

John Waddingham

Administrația Națională "Apele Române" – Romania

Marinela Simota
Petru Serban

MULINO materials

The primary project outputs including the mDSS3 prototype, a users' guide and reference materials for the decision theories that were used can be found on our website. Your feedback is most welcome.

contact address

The MULINO Project Fondazione ENI Enrico Mattei
Castello 5252 - 30122 Venezia, Italia
tel. +39 041 2711453 fax +39 041 2711461
e-mail: mulino@feem.it
URL: <http://www.feem.it/web/loc/mulino/index.html>

¹ Now at Centre for Environmental Research UFZ Leipzig-Halle, Germany

² Now at University of Angers Faculty of Sciences Department of Geography, France

³ Now at Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), Université du Québec, Sainte-Foy, Québec, Canada