

LA RETE DI MONITORAGGIO IDROLOGICO DEL GRAN SASSO: UNA TESSERA DEL SISTEMA DI TUTELA DEL TERRITORIO E DI GESTIONE DELLE SUE RISORSE IDRICHE

La tutela delle acque disponibili ed il buon governo delle stesse ha sempre costituito un impegno prioritario per qualsiasi comunità o insediamento umano, dipendendo da essi le possibilità di sviluppo e di sopravvivenza della comunità stessa. Questa considerazione, oltre ad informare la legislazione nazionale in materia, viene riproposta nei recenti atti di indirizzo della Comunità Europea contenuti nei programmi di azione sull'ambiente e, in questi tempi, nella proposta di direttiva del Consiglio che istituisce un quadro per la politica comunitaria in materia di acque, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee il 17 giugno 1997.

Sul versante nazionale, la recente disponibilità della Pubblica Amministrazione ad affrontare i problemi della pianificazione degli usi delle risorse idriche, e gli effetti dell'applicazione del DPCM 4 marzo 1996 sulle disposizioni in materia di risorse idriche con gli obblighi connessi per la stessa Pubblica Amministrazione, hanno segnato una svolta nelle politiche territoriali e impresso una visibile accelerazione alle iniziative di riassetto del settore.

L'emergente problema del controllo del dissesto idrogeologico ha inoltre indotto Regioni, Province, Comuni, Protezione Civile e Autorità di bacino a promuovere investimenti per la salvaguardia del territorio, privilegiando quegli studi che integrino competenze diverse ma finalizzate alla individuazione delle cause ed alla prevenzione dei fenomeni.

E' quindi interessante analizzare una serie di temi il cui sviluppo consentirebbe all'Amministrazione locale di acquisire strumenti conoscitivi utili per l'avviamento di un programma di razionale utilizzazione delle risorse idriche di sua competenza.

Come è infatti previsto dalla più recente normativa, i soggetti decisori possono opportunamente avvalersi del supporto tecnico-scientifico di organismi specializzati per la migliore programmazione in materia di utilizzo ottimale della risorsa idrica. Il raggiungimento di questo obiettivo deve essere perseguito tenendo conto dell'esigenza di assicurare la salvaguardia del patrimonio idrico, delle attività agricole, della fauna e della flora acquatiche, dei processi geomorfologici, degli equilibri idrologici e della vivibilità dell'ambiente.

E' naturale quindi che, nel prepararsi ad affrontare gli impegni conseguenti all'adempimento del compito istituzionale di pianificazione, le Amministrazioni locali cerchino quei contributi di conoscenza presupposto fondamentale all'elaborazione dei piani di intervento.

Lo spunto per questa discussione è dato dalla realizzazione in corso della rete di monitoraggio ambientale del Gran Sasso, opera svolta dal Consorzio di Ricerca del Gran Sasso, istituito all'Art. 4 della Legge n. 366 del 1990 relativa al completamento ed adeguamento delle strutture dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Un'opera di monitoraggio e controllo ambientale, pur nella sua complessità, completezza e consistenza di progetto, costituisce solo una tessera, un elemento significativo ma non esauriente di un più vasto programma di gestione e tutela delle risorse naturali rispondente alle esigenze della collettività. Pertanto è importante verificare quali progetti possano integrarsi per consentire decisioni coerenti con una organica visione dei problemi.

Nei successivi capitoli vengono analizzati progetti diversi ma coerenti con una strategia complessiva di gestione della risorsa idrica.

MONITORAGGIO IDROLOGICO DI UN BACINO IMBRIFERO

In conformità con gli indirizzi della Legge 366/90, istitutiva del Consorzio di Ricerca del Gran Sasso, e nel quadro delle iniziative per la creazione di un sistema di monitoraggio di importanti fenomeni naturali, alcuni qualificati operatori ambientali hanno sviluppato e stanno portando a compimento un progetto per la realizzazione di una rete di rilevamento e controllo ambientale delle acque sotterranee e delle risorse idrogeologiche.

Questa rete, costituita da diciotto stazioni tra meteorologiche e idrometriche, fornirà i dati necessari all'applicazione della modellistica idrogeochimica e meteorologica. Le fasi successive di raccolta, gestione ed elaborazione dei dati e di applicazione di modelli matematici generalizzati alla situazione idrogeologica complessiva, vedranno la partecipazione dei Servizi Tecnici dello Stato a cui è destinato il complesso.

Per quanto riguarda l'aspetto idrologico più propriamente detto, il programma di studio del **Progetto Idrologia del Gran Sasso** consente di monitorare i processi idrogeologici alle diverse scale spaziali e temporali con cui si manifestano e di redigere bilanci per i bacini di alimentazione delle diverse sorgenti.

Le ricerche hanno perseguito quindi i seguenti obiettivi principali:

- * realizzazione di una rete di acquisizione ed elaborazione dei dati necessari al controllo in tempo reale dell'evoluzione dei fenomeni di diffusione e distribuzione delle acque, nonché delle condizioni climatiche connesse;

(*) Consorzio Ricerche Idrologiche - L'Aquila.

- * valutazione, a breve e medio termine, delle risorse idriche superficiali e profonde disponibili e dei rischi idrologici.

Lo studio del regime delle risorse idriche sotterranee del sistema idrogeologico si articola in due momenti caratterizzati da una fase conoscitiva e da una fase di verifica operativa.

La prima fase, conoscitiva, è stata focalizzata sulla definizione di uno schema della circolazione idrica sotterranea e di una ipotesi di modello concettuale di approccio al bilancio idrologico globale ove siano distinte le varie modalità di circolazione presenti e siano correlate le precipitazioni al regime di deflusso del sistema acquifero previsionale.

Nella seconda fase, di verifica operativa, viene attuato il monitoraggio e si mette a punto la modellazione del sistema acquifero.

La finalità dello studio consiste nella redazione di un bilancio idrogeologico analitico attraverso la validazione delle ipotesi avanzate sulla base dei dati forniti dalla rete di monitoraggio e razionalmente organizzati. La successiva applicazione dei modelli consente di analizzare i fenomeni in atto e di formulare, in conclusione, i bilanci a livello previsionale.

Lo sviluppo del progetto "Idrologia" ha raggiunto obiettivi intermedi specifici:

- * definizione delle condizioni ambientali per l'ottimizzazione della rete di monitoraggio, sia attraverso indagini sul terreno, sia con l'applicazione di modelli matematici specifici basati sulle metodologie geostatistiche;
- * valutazione della situazione tramite lo studio dei dati pregressi e la realizzazione di apposite campagne di controllo e misura;
- * elaborazione del modello concettuale della risorsa idrica;
- * completamento della rete di monitoraggio ambientale eventualmente esistente con la realizzazione e l'installazione di nuove centraline nivo-pluviometriche ed idrometriche;
- * progettazione di una banca dati con sviluppo di opportune interfacce per l'elaborazione dei dati, e di un sistema informativo territoriale (SIT) per l'analisi di dati georeferenziati;
- * applicazione di modelli matematici specifici per quantificare i fenomeni di evapotraspirazione, scioglimento del manto nevoso ed infiltrazione;
- * valutazione dell'applicabilità di modelli matematici generalizzati alla situazione idrogeologica complessiva.

Le ricerche promosse in questo settore hanno richiesto quindi l'attuazione di un programma sperimentale che, inserendosi nel complesso delle iniziative necessarie per il controllo ambientale della Regione del Gran Sasso, prevedesse lo svolgimento di studi, la realizzazione di infrastrutture ed il rilevamento di dati concernenti diverse discipline rappresentate dalla geologia, idrogeologia, idrochimica, idrometria, meteorologia, nonché dall'applicazione delle tecniche modellistiche ai diversi campi di interesse.

Il programma è stato svolto dal CISE Tecnologie Innovative S.p.A. di Milano in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e

del Terreno (DISAT) dell'Università de L'Aquila e la Nuova TELESPAZIO S.p.A. di Roma.

Per quanto riguarda aspetti particolarmente significativi del programma di studi complessivo, una attività di ricerca è stata svolta rivolta alla puntuale caratterizzazione dell'area del Gran Sasso sotto i differenti aspetti dell'ambiente idrologico, superficiale e sotterraneo, e del territorio.

Tali indagini vanno intese come preliminari e propedeutiche alla progettazione e realizzazione del sistema di monitoraggio avendo il duplice obiettivo di pervenire alla conoscenza strutturale dell'ambiente ed alla definizione dei processi che presiedono all'assetto attuale ed alla sua evoluzione.

Gli aspetti esaminati riguardano le caratteristiche geomorfologiche, geologiche e geotecniche, pedologiche, idrologiche di superficie e idrogeologiche, nonché i conseguenti scenari di rischio con riferimento agli elementi antropici del territorio (centri abitati, infrastrutture, ecc.).

Il **Progetto Idrologia del Gran Sasso** si inserisce fra le diverse iniziative, caratterizzate da sistemi informatici globali di supporto alle decisioni, sviluppate in tempi recenti per una gestione ambientale in cui l'impiego di strumenti aggiornati permette di affrontare in modo integrato il carattere interdisciplinare dei problemi ambientali.

L'integrazione dei contributi è resa possibile solo da una stretta cooperazione tra gli organi competenti della Pubblica Amministrazione e le organizzazioni scientifiche in grado di fornire significativi apporti allo sviluppo delle conoscenze e delle realizzazioni, ognuno svolgendo il suo ruolo.

L'offerta di metodologie di controllo e gestione dei processi ambientali, siano essi di origine naturale o antropica, è consistente e generalmente aggiornata ma, affinché possa essere utilmente accolta dagli operatori della Pubblica Amministrazione, è indispensabile sia sottoposta ad un processo di razionalizzazione ed integrazione che ottimizzi e finalizzi gli sforzi.

In questo senso il **Progetto Idrologia del Gran Sasso**, anche se significativo ed esauriente per gli aspetti di competenza, costituisce solo una tessera del sistema, essendo il quadro completabile con altre iniziative, sviluppate e rese operative in collaborazioni qualificate.

MONITORAGGIO DELLA DIFFUSIONE DI INQUINANTI DI ORIGINE AGRICOLA

In questo capitolo e nei successivi si riportano le esperienze condotte per la realizzazione di programmi integrativi per il controllo della risorsa idrica. Questi programmi sono già disponibili all'applicazione.

Il **Progetto ISMAP** (*Integrated System for the Management of Agricultural Pollution*), si preoccupa della messa a punto e applicazione a situazioni concrete di un sistema di supporto alle decisioni per la gestione dei processi idrologici ed idraulici legati al trasporto ed alla diffusione dei contaminanti di origine agrozootecnica. Il Progetto è costituito tra l'altro da un sistema informativo territoriale, strumento per l'elaborazione statistica di dati ambientali, l'applicazione di modelli matematici e l'integrazione con immagini telerilevate.

Il **Progetto ISMAP** fornisce un contributo metodologico e tecnologico fondamentale alla gestione ed alla protezione delle risorse idriche da forme di inquinamento ricollegabili all'esercizio di attività agrozootecniche ed in particolare all'uso di prodotti chimici come i fitofarmaci ed i fertilizzanti. Questo Progetto si pone inoltre l'obiettivo di ottenere, attraverso una organizzazione più razionale delle informazioni sullo stato e sull'evoluzione del quadro ambientale, un modello ambientale di riferimento utilizzabile come standard per l'analisi di qualsiasi tipo di sistema antropico e naturale.

Il programma di attività, finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito dei Progetti EUREKA e messo a punto come Progetto EUREKA EU 479 (1992-1996), ha riguardato:

- * la definizione di una metodologia di riferimento per l'impostazione, l'analisi e la risoluzione di problemi di inquinamento idrico derivante dalle attività agrozootecniche su scala di bacino idrografico, di sottobacino o a livello locale;
- * il progetto e lo sviluppo di un sistema idrologico-informatico di supporto alla decisione costruito a partire dai modelli, dalle banche dati, dalle basi di conoscenza e sistemi informatici attualmente disponibili e utilizzati, opportunamente integrati;
- * la definizione di nuovi metodi e strumenti di individuazione e misura dei prodotti inquinanti,
- * l'individuazione di procedimenti di trattamento ottimale delle acque contaminate in vista della loro destinazione al consumo umano.

Gli ultimi due punti sono stati svolti dal partner francese.

Gli obiettivi tecnici del Progetto sono rappresentati da:

- * supporto alla comprensione delle situazioni esistenti, p.es. identificazione delle relazioni causa/effetto;
- * supporto al controllo ed al monitoraggio, p.es. ottimizzazione della localizzazione dei punti di misura ed estrapolazione intelligente dei risultati;
- * supporto alla gestione ed alla pianificazione, p.es. stima della evoluzione potenziale del livello di inquinamento diffuso, valutazione dell'incidenza di misure di mitigazione e regolamentazione, valutazione dell'influenza di nuovi prodotti e pratiche agricole, stima dell'evoluzione di inquinamenti accidentali;
- * supporto alla comunicazione, p.es. elaborazione di grafica informatica per l'informazione.

Il sistema di supporto alle decisioni ha bisogno di dati di validazione precisi: è indispensabile quindi la collaborazione dei diversi Enti preposti al controllo delle acque ed alla gestione della risorsa idrica per costituire quella base di dati necessaria all'applicazione del metodo.

STUDIO DI BACINO

Passando ad un altro argomento significativo per una gestione integrata della risorsa acqua, si ritiene opportuno citare uno studio di bacino affrontato nel corso degli ultimi anni e portato a termine da una équipe di tecnici e ricercatori competenti nelle varie discipline. Questo studio, base esauriente e indispensabile per una

corretta pianificazione degli interventi, si riferisce occasionalmente al bacino del fiume Garigliano, ma può essere applicato, nei criteri informativi, nella metodologia e nella articolazione, a qualsiasi altro ecosistema fluviale.

Nello **Studio per il riequilibrio biologico delle acque di fiume** il lavoro di analisi al quale viene sottoposto il bacino del fiume e l'asta fluviale raggiunge lo scopo di stabilirne il grado di compromissione ambientale e di fornire il supporto dei dati per pervenire alla risoluzione di alcuni problemi relativi all'acqua ed alla definizione di una politica di gestione delle risorse idriche che ne ottimizzi l'uso.

In virtù del notevole livello di approfondimento del lavoro svolto, l'opera si presta ad un uso interessato non solo da parte della Pubblica Amministrazione locale, ma anche da parte degli organismi preposti alla pianificazione territoriale che necessitano del supporto di banche dati aggiornate. Risulta infatti particolarmente completa un'opera che consiste nella raccolta ed organizzazione delle informazioni, nella caratterizzazione dell'area dal punto di vista fisico, naturalistico-ambientale e socio-economico, nella mappatura del corso del fiume, nell'analisi chimico-fisica e biologica delle acque, nella caratterizzazione vegetazionale e faunistica, nella valutazione e validazione dei risultati, nell'elaborazione di ipotesi di recupero dell'ecosistema ed infine nella progettazione degli interventi di recupero.

Operativamente lo studio si articola in tre fasi:

- * una fase di studio finalizzata alla caratterizzazione del fiume e del suo bacino nei suoi aspetti fisici, chimici, biologici e socioeconomici, che fornisce la base di conoscenze sullo stato attuale dell'ecosistema fluviale e sulle previsioni di sviluppo dell'area in riferimento alla qualità delle acque fluviali, per poter individuare i fattori di degrado dell'ecosistema e quindi compiere con cognizione di causa la scelta tra le varie opzioni d'intervento possibili, tenendo conto anche del quadro di riferimento normativo nazionale e regionale riferibile alle problematiche ambientali dell'ecosistema;
- * una fase di definizione e progettazione degli interventi per rispondere alle esigenze manifestate;
- * una fase di sviluppo delle banche dati e degli strumenti di divulgazione multimediale.

L'approfondito ed interdisciplinare lavoro d'indagine consente di individuare i fattori critici caratterizzanti l'ecosistema fluviale e comporre il quadro ambientale e socioeconomico del territorio in base al quale giustificare la scelta di alcuni obiettivi di qualità dello stesso ecosistema. A questo proposito, considerando il fiume come un complesso ecosistema scomponibile nelle tre componenti fondamentali biotiche e abiotiche (idrica, biologica acquatica e ripariale) intimamente interconnesse da una miriade di scambi energetici, chimici e biologici, si identificano per ciascuna di queste componenti gli obiettivi di qualità da raggiungere:

- * obiettivo di qualità idrica, definita in termini di classe d'uso della risorsa così come riportata nei Piani Regionali di Risanamento delle Acque;
- * obiettivi di qualità della componente biologica acquatica, riguardante la composizione qualitativa della comunità ittica ovvero la vocazionalità ittica del corpo idrico, intesa come salvaguardia di specie ittiche

autoctone in forte riduzione numerica e riequilibrio dei rapporti preda/predatore;

- * obiettivo di qualità dell'ecosistema spondale, riferito alle caratteristiche delle fitocenosi naturali tipiche degli ambienti fluviali, definibile con l'indicazione di opzioni d'intervento realisticamente applicabili.

Una volta definite le opzioni qualitative per ogni componente dell'ecosistema fluviale, lo studio si propone di individuare, quantificare e definire le azioni per il conseguimento degli obiettivi indicati, adottando i criteri di scelta della:

- semplicità d'intervento per il raggiungimento dell'obiettivo,
- sovrapposibilità con gli obiettivi della pianificazione territoriale e di settore,
- coerenza con la tipologia d'uso attuale della risorsa idrica,
- coerenza con i limiti, imperativi e guida, delle normative vigenti e di tendenza,
- sinergia con la realtà socioeconomica e fisica dell'area e con la tipologia di sviluppo prevedibile,
- valutazione del grado di soddisfazione delle emergenze ambientali e socioeconomiche rilevanti.

STUDIO PROPEDEUTICO PER L'ORGANIZZAZIONE DEL SERVIZIO IDRICO

Nella serie di studi intesi a descrivere e approfondire i fenomeni legati al ciclo dell'acqua e a fornire elementi di giudizio per la pianificazione degli interventi e la corretta impostazione della gestione della risorsa idrica, si ritiene utile inserire le iniziative assunte per sostenere e rendere operativa l'applicazione della legge del 5 gennaio 1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche" altrimenti detta Legge Galli.

Sono stati infatti sviluppati e portati a termine **Studi propedeutici per l'attuazione della Legge 36/94**, occasionalmente applicati al territorio di una provincia della Campania, ma che forniscono schemi di riferimento, metodologie di indagine, criteri di selezione ed accertamento, il tutto creato e prodotto nel quadro di una impostazione concettuale applicabile a qualsiasi altra analoga realtà sul territorio nazionale. Questi studi rappresentano un potente strumento operativo per la Pubblica Amministrazione impegnata a dare corso agli adempimenti previsti dalle disposizioni della suddetta legge e successivi decreti tecnici.

Per l'organizzazione del servizio idrico integrato è necessario infatti che vengano forniti all'Autorità competente criteri ed indirizzi per il censimento delle infrastrutture esistenti e per la predisposizione di un programma di interventi per la razionalizzazione e l'ottimizzazione del servizio stesso. Anche la stessa individuazione degli ambiti territoriali ottimali richiede una approfondita conoscenza degli aspetti socioeconomici, strutturali e politico-amministrativi dell'area oggetto di delimitazione oltre a quelli puramente tecnico-scientifici relativi al distretto idrografico interessato.

La procedura di affidamento della gestione del servizio idrico deve fondarsi sulla disponibilità di un programma degli interventi finalizzato al raggiungimento dei livelli di servizio prestabiliti; dal programma accom-

pagnato dal modello gestionale ed organizzativo devono discendere il piano economico-finanziario, la previsione dei finanziamenti necessari e la struttura tariffaria.

Alla base della procedura sopra descritta, la stessa legge, all'art.11 comma 3, pone la ricognizione delle opere esistenti di adduzione, distribuzione, fognatura e depurazione delle acque reflue. La ricognizione viene a costituire, ovviamente, la condizione necessaria per poter affrontare il restante percorso teso a predisporre gli elementi costitutivi della convenzione di gestione.

L'argomento dello studio riguarda quindi lo svolgimento di attività conoscitive delle condizioni ambientali e dei sistemi fondamentali per una corretta gestione delle acque.

La fase della predisposizione del programma degli interventi, finalizzato al raggiungimento dei livelli di servizio prestabiliti, deve poter disporre dei risultati della ricognizione delle opere esistenti per valutarne le capacità produttive, l'affidabilità, i rischi di fallanza e, di conseguenza, prevedere le necessarie modifiche e integrazioni.

L'attuazione della Legge 36/94 si articola quindi attraverso quattro momenti distinti:

- * ricognizione delle opere,
- * individuazione delle soluzioni tecniche necessarie per l'ottimizzazione della gestione del ciclo delle acque,
- * individuazione del piano degli investimenti,
- * definizione della tariffa di riferimento.

CONCLUSIONI

Partendo dalla descrizione di uno studio idrogeologico dedicato alla definizione del ciclo naturale delle acque al fine di stabilirne i percorsi e le condizioni di accumulo e restituzione, si è giunti alle proposte di interventi conoscitivi e di risanamento del sistema di distribuzione delle stesse acque, passando per una serie di iniziative finalizzate al controllo ed al recupero della qualità delle risorse idriche.

Si intende con ciò sottolineare l'importanza che assume il processo di integrazione delle diverse iniziative la cui significatività viene valorizzata in una visione allargata e concatenata delle problematiche.

Non mancano gli strumenti per affrontare i problemi di ordine scientifico, tecnico o amministrativo; manca invece nella maggioranza dei casi la capacità di sintesi e di integrazione che, a costi estremamente contenuti rispetto agli interessi legittimi in gioco, consenta di utilizzare un patrimonio di conoscenze e tecnologie provate e consolidate immediatamente disponibile. Il trasferimento delle competenze attraverso il coinvolgimento di organismi e personale qualificato permette di abbattere i costi e di superare i tempi insostenibilmente lunghi della duplicazione delle iniziative.

Una coerente impostazione della politica di gestione delle risorse idriche da parte della Pubblica Amministrazione può avvalersi con profitto di questi strumenti tecnico-scientifici, disponibili ed aggiornati, sfruttando una base di dati molto estesa, riferita a tutto il ciclo dell'acqua, integrando i diversi aspetti in un quadro organicamente strutturato.

Tutte le attività svolte nel corso degli studi hanno riguardato diversi ambiti disciplinari e richiesto indagini

storiche e di archivio, campagne sperimentali per l'acquisizione di dati in campo, realizzazione di banche dati, applicazione di modelli. Si è trattato pertanto di sistemi operativi ancorati alla realtà e fornitori di informazioni necessarie per la presa di decisioni altrettanto operative ed interessanti la collettività.

L'approvvigionamento idrico interessa le comunità che ne dipendono, e pertanto è giustificata la realizzazione di una rete di rilevamento e controllo ambientale in cui le diverse ricerche, gli studi connessi e le realizzazioni strumentali ed infrastrutturali portate a termine si integrino in un complesso che, benché articolato e differenziato, costituisca un insieme coerente.

Ma le stesse comunità sono altresì interessate alla qualità ed al comportamento dei corsi d'acqua che nel bacino imbrifero hanno origine: prelievi, restituzioni, scarichi inquinanti, contenimento delle piene, regolarità delle portate, pescosità, trasporto solido, utilizzazione a fini industriali, potabilità, sono altrettanti problemi che richiedono tempestività ed accuratezza dell'informazione acquisita dalla Pubblica Amministrazione.

Se le comunità insistono poi su vaste aree dedicate all'agricoltura, causa nella maggioranza dei casi di spandimenti inquinanti nelle falde e nei corpi idrici ricettori, tutto il sistema socioeconomico riferito al bacino è interessato ad una rilevazione puntuale e tempestiva dei dati di qualità delle acque, riconducibili a valori accettabili anche attraverso l'aggiornamento delle tecniche fertilizzanti e dei sistemi di coltivazione.

In seguito all'accertamento di condizioni di compromissione della qualità delle acque che influiscono negativamente sui naturali equilibri della comunità biologica si perseguono obiettivi di risanamento definendo le tipologie, l'ubicazione e il dimensionamento degli impianti di depurazione. Tenuto conto delle disposizioni riportate nella legge 36/94, che prevede la riorganizzazione integrata dei servizi idrici di captazione, distribuzione dell'acqua potabile e di raccolta e depurazione dei reflui fognari, tali obiettivi di risanamento potranno essere concretamente perseguiti contestualmente all'applicazione della legge.

Si conclude pertanto che i diversi studi descritti costituiscono un percorso coordinato nel sistema di gestione della risorsa idrica e che, nelle loro applicazioni, rappresentano uno strumento per la verifica e un supporto alle decisioni degli Amministratori Pubblici interessati.

Allegato 1

GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE NATURALI: PARTICOLARITÀ DEL MASSICCIO DEL GRAN SASSO

Con la Legge 183/89 sulla difesa del suolo sono state poste le premesse e forniti gli strumenti per una riforma dei settori della Pubblica Amministrazione coinvolti nella gestione del territorio nell'ambito specifico del bacino idrografico, favorendone il riassetto organizzativo e funzionale.

Molti principi guida della gestione delle acque sono stati sviluppati sulla scorta delle passate esperienze, e benché molto sia ancora da fare, con la recente produzione normativa e legislativa è stato dato un notevole impulso ai processi di tutela e salvaguardia delle risorse.

Si è resa evidente soprattutto l'opportunità di affrontare

in modo integrato la soluzione di problemi che riguardano la necessaria coesistenza di esigenze socio-economiche e ambientali.

L'integrazione dei contributi richiede ovviamente una stretta cooperazione a livello progettuale ed operativo tra la struttura governativa, la Pubblica Amministrazione e le organizzazioni scientifiche e tecnologiche in grado di dare significativi apporti allo sviluppo delle conoscenze e delle realizzazioni.

In questa ottica si colloca l'azione del Consorzio di Ricerca del Gran Sasso, istituito con la Legge 366/90 la quale, oltre a definire e finanziare il programma di ampliamento delle opere civili dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'I.N.F.N., definisce altresì le finalità del suddetto Consorzio.

Testualmente, il Consorzio di Ricerca del Gran Sasso provvede alla realizzazione di programmi sperimentali concernenti l'approntamento di una rete di rilevamento e controllo ambientale nella regione del Gran Sasso per lo studio dei fenomeni geofisici, interni ed esterni, delle acque sotterranee e delle risorse idrogeologiche nonché delle trasformazioni dell'ambiente naturale.

Operando in area protetta, il Consorzio si trova nella felice circostanza di contribuire con apporti di elevato livello tecnico-scientifico a quella integrazione tra esigenze naturalistiche, interessi socio-economici e tutela delle risorse idriche e loro approvvigionamento.

Per quanto riguarda, in particolare, le attività del Consorzio di Ricerca del Gran Sasso, la realizzazione di una rete di monitoraggio idrologico, per la quale si applicano le più moderne, aggiornate e complete metodologie di indagine, costituisce un caposaldo nella struttura di rilevamento nazionale di dati meteorologici e idrogeologici, esempio di una integrazione disciplinare a lungo invocata e raramente applicata. Predisposta per l'applicazione di modelli matematici previsionali, la rete di rilevamento dati diventa un sistema complesso adatto a fornire alla Pubblica Amministrazione gli strumenti necessari per una corretta e lungimirante gestione delle risorse idriche.

Passando a considerazioni più generali sul territorio e sugli effetti dell'antropizzazione, sulla sua conservazione ed evoluzione, si può riconoscere che le realizzazioni delle opere civili relative al traforo autostradale ed ai laboratori in caverna dell'I.N.F.N., se da un lato hanno introdotto qualche modifica nell'assetto idrogeologico del massiccio, d'altra parte hanno inciso in modo positivo sullo sviluppo economico della zona e consentito un significativo innalzamento del livello scientifico e professionale nel comprensorio: la presenza dei Laboratori Nazionali dell'I.N.F.N. e la loro unicità hanno infatti favorito la nascita e la convergenza in zona di iniziative di altissimo contenuto accademico, scientifico e tecnologico.

IL PROGETTO IDROLOGIA DEL GRAN SASSO

Nel quadro delle attività del Consorzio, il CISE e Nuova Telespazio, soci del Consorzio stesso, in conformità con gli indirizzi della legge istitutiva hanno sviluppato, avviato e stanno portando a compimento il progetto relativo alla realizzazione di una rete di rilevamento e controllo ambientale per lo studio delle acque sotterranee e delle risorse idrogeologiche.

Su questo tema, denominato "Progetto Idrologia", sono stati fatti convergere i contributi di diverse discipline rappresentate dalla geologia, l'idrogeologia, l'idrochimica, l'idrometria, la meteorologia e la modellistica idrogeochimica e meteorologica.

Il Progetto Idrologia persegue i seguenti obiettivi principali:

- * valutare, tramite lo studio dei dati pregressi e la realizzazione di apposite campagne di controllo e misura, la situazione idrogeologica attuale dell'area in esame;
- * completare la rete di monitoraggio ambientale eventual-

mente esistente con la messa in opera di centraline nivopluviometriche ed idrometriche;

- * definire le condizioni ambientali per l'ottimizzazione della rete di monitoraggio, sia attraverso indagini sul terreno, sia con l'eventuale applicazione di modelli matematici specifici, basati sulle metodologie geo-statistiche;
- * realizzare una banca-dati con lo sviluppo di opportune interfacce per l'elaborazione dei dati e lo sviluppo di SIT (Sistemi Informatici Territoriali) per l'analisi di dati georeferenziati;
- * applicare modelli matematici specifici per qualificare i fenomeni di evapotraspirazione, scioglimento del manto nevoso ed infiltrazione;
- * valutare l'applicabilità di modelli matematici generalizzati alla situazione idrogeologica complessiva.

Con questi obiettivi, lo schema adottato per il controllo del bilancio idrogeologico della catena del Gran Sasso si qualifica per la possibilità di monitorare i processi idrogeologici alle diverse scale spaziali e temporali con cui si manifestano e per la possibilità di redigere bilanci per i bacini di alimentazione delle diverse sorgenti.

Lo studio del regime delle risorse idriche sotterranee del sistema idrogeologico si articola in due momenti caratterizzati da una fase conoscitiva ed una fase di verifica operativa.

La prima fase è finalizzata alla definizione di un'ipotesi di schema della circolazione idrica sotterranea e di un modello concettuale di approccio al bilancio idrogeologico globale.

La seconda fase, durante la quale si attua il monitoraggio dell'acquifero, ha per finalità la messa a punto delle procedure di valutazione dei termini del bilancio idrogeologico alle scale spaziali e temporali proprie dei diversi processi idrologici, quale funzione di base del sistema stesso, per giungere alla definizione dei percorsi, del tempo e dei volumi di trasferimento in ciascuna componente del deflusso degli apporti meteorici liquidi e solidi nel sistema idrogeologico del massiccio.

E' importante, a questo punto, chiarire cosa si intende per Bilancio Idrologico e per semplicità utilizzeremo la formulazione corrente:

$$P = R + EV + I + QU + QE$$

dove:

P rappresenta gli afflussi meteorici;

R rappresenta il ruscellamento superficiale;

Ev rappresenta la quantità di acqua che ritorna all'atmosfera per Evapotraspirazione;

I rappresenta la quantità d'acqua che si infiltra nel terreno per alimentare le falde sotterranee;

Qu rappresenta la quantità che esce verso un altro sistema;

Qe rappresenta la quantità che entra da un sistema adiacente.

Allo scopo di pervenire ad un elevato grado di risoluzione del bilancio idrogeologico il Progetto Idrologia di CISE e TELESPAZIO non solo persegue l'acquisizione sperimentale dei dati e l'identificazione dei criteri di spazializzazione dei parametri dell'equazione del bilancio (precipitazione idrometeorica totale, evapotraspirazione, ruscellamento superficiale e infiltrazione efficace) ma anche l'univoca determinazione delle variabili spazio (superficie del bacino idrogeologico) e tempo (tempo medio di riferimento idrologico). Quest'ultima si diversifica soprattutto in relazione alle leggi del moto che trasmettono l'impulso piovoso all'emergenza ed è espressione diretta del comportamento idrodinamico dell'acquifero.

Il calcolo del bilancio idrogeologico viene dunque preceduto dalla determinazione dei limiti idrostrutturali della circolazione idrica sotterranea, siano essi di natura fisica (variazioni di permeabilità per faglia o per litofacies), che dinamica (limite di potenziale idraulico), esplicitati rispetto al loro andamento nello spazio ed al ruolo che assumono nei confronti degli scambi idrici tra le strutture da questi delimitate. Agli ambiti

idrogeologici così definiti sono poi associati i caratteri idrodinamici che regolano il comportamento dell'acquifero nel tempo.

Gli studi geologici ed idrogeologici hanno permesso di individuare nel Gran Sasso un sistema acquifero fortemente condizionato dall'assetto strutturale e dai rapporti geometrici tra le litoformazioni a diversa permeabilità.

La particolare struttura tettonica a "scaglie sovrapposte", la presenza di pieghe rovesciate sul versante nord-orientale della catena montuosa e la diversificazione laterale delle serie stratigrafiche (calcareao-dolomitiche a SW e calcareao-siliceo-marnose ad NE), originano una compartimentazione del deflusso e una gran varietà di situazioni di scambio idrico tra settori acquiferi interni al massiccio montuoso.

Tale assetto geostrutturale determina la coesistenza delle modalità di circolazione idrica nella rete carsica con quelle del deflusso nella rete di fratture sia nella zona sottosatura che saturata dell'acquifero. In questa situazione è inoltre probabile un effetto importante di "sovrapposizione", nei valori delle portate alle sorgenti principali, dei volumi relativi al deflusso della falda di base con quelli trasmessi dai circuiti "rapidi" ovvero dalla rete carsica che restituisce in breve tempo una parte dell'afflusso dei singoli eventi meteorici.

L'analisi delle serie di dati storici alle sorgenti risulta utilizzabile ai fini della ricostruzione della "superficie isopiezometrica" solo tenendo in considerazione il ruolo di dreno artificiale costituito dal traforo autostradale. Quest'opera, che attraversa per una lunghezza significativa l'idrostruttura, offre l'importante possibilità di accedere alle porzioni più interne dell'acquifero e di valutare più efficacemente i processi di infiltrazione diretta e di mineralizzazione idrochimica.

La morfologia carsica favorisce la concentrazione e l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale in aree ristrette (conche endoreiche), determinando una distribuzione puntuale di elevati valori di infiltrazione efficace, sino a valori prossimi a quelli delle precipitazioni.

In questo contesto di conoscenze per una corretta valutazione dei parametri che intervengono nel bilancio idrogeologico è indispensabile verificare i limiti idrostrutturali, dettagliare e quantificare la distribuzione nello spazio e l'andamento nel tempo dei processi di infiltrazione e ruscellamento superficiale, infine definire le varie modalità di trasferimento idrico e di immagazzinamento temporaneo e permanente delle risorse, con riferimento ai vari settori o "unità" che compongono il sistema idrogeologico del Gran Sasso.

Sulla base di questo schema procedurale è possibile non soltanto ottenere un bilancio globale del sistema per "somma" di bilanci svolti sulle singole unità idrogeologiche della struttura acquifera, ma anche di definire, per ogni modalità di circolazione idrica individuata, i volumi di circolazione ed i parametri idrodinamici più significativi. Inoltre le informazioni acquisite sulle modalità di circolazione idrica sotterranea rendono possibile l'impostazione di un modello concettuale in grado di adottare le soluzioni più rispondenti alla realtà fisica dei processi idrogeologici in esame.

Pertanto al fine di redigere un bilancio afflussi/deflussi capace di separare le varie componenti del flusso idrico che costituiscono la risorsa idrica rinnovabile e nel contempo di stimare la riserva idrica permanentemente immagazzinata nel sistema acquifero, è stata adottata la seguente metodologia che prevede il conseguimento concatenato dei seguenti obiettivi:

- definizione dei limiti idrostrutturali;
- definizione del regime degli afflussi totali;
- definizione del regime dell'evapotraspirazione;
- identificazione delle aree di assorbimento preferenziale;
- definizione dei bacini idrogeologici delle sorgenti;
- definizione del regime del ruscellamento;
- redazione di bilanci globali e transitori e valutazione delle risorse rinnovabili.

1. L'individuazione dei limiti idrostrutturali è basata sulla redazione preventiva di una **Carta Geolitologico-strutturale** e di una **Carta della Fratturazione**.

Il lavoro è stato articolato in due parti: una di ricerca bibliografica e una di terreno.

La ricerca bibliografica ha permesso di raccogliere numerose pubblicazioni nell'ambito delle diverse discipline delle Scienze della Terra. Alcune zone, come quella compresa tra la Valle del Tirino e la bassa Valle dell'Aterno sono state coperte da lavori inediti, opportunamente ricontrollati e adattati alle specifiche del presente lavoro.

La fase di campagna è stata fondamentale per rilevare le caratteristiche stratigrafiche e litologiche, i rapporti strutturali, la tipologia delle faglie, l'entità dei rigetti e gli elementi cinematici, finalizzati alla redazione della **Carta geolitologico-strutturale**.

Le indagini di terreno hanno inoltre permesso la compilazione della **Carta della fratturazione**, la quale costituisce elemento fondamentale per la caratterizzazione degli ammassi rocciosi e per la stima dell'infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo; una carta, con tali caratteristiche, per l'area del Gran Sasso non era mai stata prodotta.

2. La quantificazione degli afflussi liquidi e solidi sarà basata sull'analisi dei dati forniti dalla rete di sensori pluviometrici di nuova installazione ed integrazione con le stazioni esistenti. Tuttavia è necessario preventivamente stabilire le relazioni che legano queste variabili atmosferiche alla situazione locale ed in particolare all'orografia.

L'elaborazione dei dati reperiti è stata condotta in due fasi distinte: l'analisi dei lineamenti climatici regionali, considerando quei fenomeni che si sviluppano su una dimensione di alcune centinaia di chilometri come il passaggio di fronti e perturbazioni, e lo studio della meteorologia locale, che consiste nella descrizione dell'andamento dei principali parametri climatici misurati sul sito in esame. Quest'ultima parte ha condotto alla formulazione di algoritmi di spazializzazione ed alla realizzazione di **Mappe di spazializzazione**.

3. La definizione del regime delle perdite per evapotraspirazione è effettuata mediante la elaborazione, su intervalli temporali appropriati, dei dati acquisiti dagli strumenti della rete idro-meteorologica in relazione alle diverse tipologie di suolo e caratteristiche della vegetazione, e conduce alla realizzazione di **Mappe dell'evapotraspirazione**.

Negli studi idrologici, l'evapotraspirazione media annua rappresenta la lama d'acqua annualmente restituita all'atmosfera in forma di vapore per l'azione di due differenti processi: quello di evaporazione propriamente detta e quello di traspirazione connessa al ciclo vitale della vegetazione.

I parametri che concorrono a quantificare l'evapotraspirazione sono numerosi e di carattere estremamente diversificato, ragione per cui, tradizionalmente, viene valutata coniugando formule empiriche con calcoli basati sulla relazione tra l'energia richiesta dall'evapotraspirazione e la disponibilità idrica del suolo ed introducendo, di fatto, la distinzione tra evapotraspirazione potenziale Evp ed evapotraspirazione reale Evr.

Tutto ciò ha condotto a schematizzare la frazione d'acqua restituita all'atmosfera dalla vegetazione non considerando il processo biologico con cui si attua il trasferimento.

4. La configurazione del reticolo idrografico e l'andamento degli spartiacque idrografici interni al bacino, analizzati in relazione alla ripartizione del territorio in aree omogenee per potenziale teorico di assorbimento ed alla carta geomorfologica del Gran Sasso, consentono di individuare le aree in cui si concentrano gli apporti delle acque correnti superficiali. Il potenziale di assorbimento è valutato in funzione delle caratteristiche fisiche delle litologie affioranti, dell'acclività, della copertura vegetale, dell'assetto del reticolo idrografico

(frequenza e densità di drenaggio) e della dinamica carsica prevalente.

Attraverso l'analisi delle foto aeree e di altri dati telerilevati, opportunamente corroborati da controlli e misure in campo, sono state realizzate una **Carta del Carsismo** e una **Carta del reticolo idrografico**.

5. La definizione dei bacini idrogeologici delle sorgenti richiede, in primo luogo, il monitoraggio idrologico (portate) e idrochimico (grado e caratteristiche di mineralizzazione delle acque) delle sorgenti stesse. Ciò allo scopo di discriminare i circuiti idrici e valutare i tempi di residenza dell'acqua nella roccia serbatoio. Vengono utilizzate allo scopo due procedure congiunte:

- a - esame della trasmissione degli impulsi piovosi alle emergenze mediante le tecniche di scomposizione degli idrogrammi di portata delle sorgenti (alla scala almeno giornaliera) congiunto a quello dei dati di precipitazione totale ed evapotraspirazione raccolti nello stesso periodo;
- b - analisi della mineralizzazione e dei traccianti naturali (ioni in soluzione), caratteristici delle litologie più rappresentative dei settori del sistema acquifero.

La scomposizione degli idrogrammi dei deflussi sorgivi oltre a consentire la determinazione dei volumi di infiltrazione efficace, rende possibile la definizione del tempo di risposta dei diversi settori dell'acquifero dal confronto tra l'istante di massima precipitazione e quello di massima portata sorgiva. E' inoltre possibile discriminare i volumi d'acqua trasmessi dai circuiti "rapidi", a risposta da giornaliera a mensile, dalle quantità relative al deflusso di base, a risposta stagionale e, talvolta, pluriennale.

L'analisi idrogeochimica consente di mettere in relazione il grado di mineralizzazione delle acque con le caratteristiche litologiche dell'acquifero a supporto della individuazione dei circuiti idrici e dell'assetto interno delle strutture acquifere sottese alle emergenze. Infatti la presenza di aree di affioramento ben definite dei litotipi marnosi, dolomitici e silico-calcarei, rende possibile l'utilizzo di traccianti idrochimici naturali per l'individuazione delle zone di provenienza delle acque e l'investigazione dei fenomeni di miscelamento di circuiti idrici.

6. Tenendo conto della grande variabilità litologica dell'area in esame, il fenomeno del ruscellamento è stato affrontato con metodologie diverse. I due tipi di metodi sono rappresentati dal **Metodo Razionale** e dal **Metodo SCS-CN**. I due metodi, ampiamente descritti nel Rapporto Finale degli Studi Preliminari, hanno fornito risultati comparabili, confermando che nel caso del Gran Sasso il carattere fortemente carsico del massiccio rende, nella maggior parte dei casi, l'infiltrazione diretta il principale recapito delle acque meteoriche.

7. Il controllo permanente del bilancio idrogeologico, su ogni settore del massiccio carsico, richiede la messa a punto di un modello capace di rappresentare la realtà fisica, simulando il comportamento idrodinamico nello spazio e nel tempo. Tale modello, concettualmente impostato al rispetto delle condizioni geometriche e degli assetti della circolazione idrica sotterranea (direzione e verso di deflusso idrico) e vincolato nella restituzione dei dati acquisiti (idrogrammi sorgivi e dati piezometrici in galleria), consentirà, per ogni elemento areale unitario, di ricostruire la direzione e verso del deflusso, di dettagliare i valori di trasmissività stimati alla scala del bacino idrogeologico, di valutare l'immagazzinamento della risorsa e determinare il regime della risorsa rinnovabile.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come è stato inizialmente dichiarato, il Progetto Idrologia è in corso di attuazione essendo stati completati l'avampoprogetto e gli studi preliminari mentre la fase realizzativa della

rete di stazioni di misura in corso sarà conclusa nel 1998 con il collaudo operativo del sistema di rilevamento dati.

Le fasi successive di gestione e raccolta dati, di elaborazione dati e applicazione dei modelli matematici seguiranno nell'ordine a partire dal collaudo della rete e con l'auspicata partecipazione dei Servizi Tecnici dello Stato a cui è destinato il complesso.

L'impegno del Consorzio, ed in prima persona delle Società membri che realizzano il progetto, rimane quello di completare un sistema di monitoraggio che partendo dalle caratteristiche climatiche, idrauliche ed idrogeologiche di un bacino permetta di calcolare il bilancio idrologico, prevedere con buona precisione gli effetti di particolari eventi meteorologici o degli interventi dell'uomo, stimare la riserva idrica disponibile.

La disponibilità di un sistema integrato di monitoraggio idrologico, operativo in un'area di grande interesse naturalistico sulla quale converge l'attenzione del mondo scientifico, può incentivare nuove applicazioni e maggiore conoscenza e approfondimento dei fenomeni complessi alla base dei processi di trasferimento e immagazzinamento delle riserve d'acqua.

Allegato 2

PROGETTO "ISMAP" - *Integrated System for the Management of Agricultural Pollution*

1. Aspetti critici delle aree di interesse rilevante per l'applicazione di ISMAP

Le caratteristiche che rendono interessante l'area sono:

- * presenza di un sistema idro-agricolo già in atto ma rinnovabile (in termini di potenziamento e di riorganizzazione), caratterizzato da una elevata redditività del sistema culturale;
- * importanza strategica di un monitoraggio e di una gestione ottimizzata, all'interno dell'area, dell'approvvigionamento idrico a scopo irriguo e di equilibratura della qualità ambientale;
- * grande rilevanza dei problemi associati alle acque di falda, per la presenza di aree di ricarica, la diffusione dei prelievi anche a scopo idropotabile e lo stato di compromissione qualitativa;
- * presenza di uno stato di compromissione qualitativa anche degli ambienti idrici superficiali, causato da fonti di inquinamento puntuali (in particolare zootecniche) e diffuse e, simultaneamente, da un eccesso dei prelievi (in prevalenza a scopo irriguo);
- * possibilità di integrare il sistema organizzativo preposto alla gestione dell'area dal punto di vista idro-agricolo in una logica di ambito territoriale ottimale, già concretamente identificata dal " piano direttore ", relativa alla totalità degli aspetti del ciclo dell'acqua, inclusa la riqualificazione ambientale;
- * dimensione dell'area sufficientemente ampia, seppure ragionevole, per un'effettiva riproducibilità (in termini modellistici) delle variabili in gioco e dei relativi meccanismi di interazione.

1. Attività di sperimentazione ISMAP nel sito

Nell'area si presentano tutte le problematiche di gestione del territorio tipiche di un ente territoriale e di gestione e salvaguardia della risorsa acqua destinata ad uso potabile, agricolo, energetico e ambientale. Si prevede quindi di utilizzare e verificare diversi moduli del sistema.

L'uso dello IDSS per rappresentare il quadro conoscitivo esistente basato su:

- * caratteristiche pedologiche,
- * caratteristiche idrogeologiche,
- * potenzialità d'uso dei suoli,

- * colture, zootecnia e pratiche agricole,
- * quadro meteorologico,
- * quadro socio economico,
- * quadro qualità acque suoli misurato.

L'applicabilità del sistema per analizzare il quadro conoscitivo e dedurre una sintesi relativamente a:

- * aree vulnerabili,
 - * impatto ambientale delle attività agrozootecniche,
 - * aree critiche.
- Le funzionalità di:
- * valutazione del fabbisogno di acqua per agricoltura,
 - * verifica dello schema idrico proposto dal progetto,
 - * ottimizzazione dell'utilizzo di fertilizzanti naturali (spandimento liquami, ecc),
 - * minimizzazione dell'impatto delle attività,
 - * agrozootecniche (rotazione culturale, *set aside*),
 - * scelta della migliore pratica agricola,
 - * verifica economica (modello socioeconomico),
 - * ottimizzazione dell'uso della risorsa acqua per agricoltura,
 - * stima del bilancio ambientale per le attività agricole.
- I sottosistemi:
- * sistema di gestione acque per il "consorzio di bonifica", prelievi e distribuzione,
 - * sistema di monitoraggio della qualità delle acque in falda,
 - * sistema di monitoraggio della qualità delle acque superficiali.
- L'integrabilità con sistemi regionali esistenti:
- * sistema informativo territoriale,
 - * sistema informativo risorse idriche.

1. Dettaglio dell'attività di sperimentazione ISMAP nel sito
1.1. Analisi conoscitiva dell'area di interesse (frazione dell'intero bacino) basata sulle caratterizzazioni:

- 1.1.1. morfologica
- 1.1.2. pedologica
- 1.1.3. geologica
- 1.1.4. idrogeologica
- 1.1.5. idrografica
- 1.1.6. di uso dei suoli
- 1.1.7. di uso dell'acqua (prelievi, distribuzione, destinazioni)
- 1.1.8. climatica
- 1.1.9. socioeconomica
- 1.1.10. della qualità delle acque superficiali e sotterranee.

Creazione di una banca dati; su base territoriale che raccolga le informazioni acquisite.

1.2. Mediante l'elaborazione delle informazioni raccolte al punto 1, determinazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi e delle acque superficiali.

1.3. Studio del quadro complessivo delle attività agricole praticate nell'area di interesse, con approfondimenti mirati a:

- 1.3.1. individuazione delle produzioni agricole svolte;
- 1.3.2. individuazione delle tecniche agricole adottate con particolare attenzione all'uso dei chemicals (tipo, quantità, qualità, timing e zone di applicazione nell'area);
- 1.3.3. individuazione e quantificazione dell'uso agricolo di reflui (zootecnici, urbani, industriali).

Caricamento in banca dati tecnico-territoriale delle informazioni acquisite.

1.4. Messa a punto e sperimentazione (finalizzata al sito prescelto) di procedure (supportate da calcolatore) per le attività ai punti seguenti:

- 1.4.1. Determinazione dei carichi inquinanti derivanti dall'uso di fitofarmaci e fertilizzanti.
- 1.4.2. Individuazione delle aree a rischio (vulnerabilità per carico inquinante).
- 1.4.3. Studio dei flussi dei nutrienti e dei fitofarmaci (relativi alle principali colture) nelle acque superficiali e di falda in punti significativi dell'area di interesse.

1.4.4. Applicazione della procedura (MAR) per la valutazione degli impatti derivanti dalle attività agricole sopra individuate, al variare delle colture e/o delle tecniche agronomiche.

1.4.5. Valutazione degli effetti ambientali e socioeconomici derivanti dall'adozione delle direttive agricole comunitarie (PAC - *set aside*, sistema quote).

1.4.6. Supporto alla creazione di scenari alternativi (creati da tecnici esperti del settore), loro valutazione ambientale (tramite riapplicazione delle attività ai punti 1.4.4 e 1.4.5) e comparazione dei risultati così ottenuti.

1.4.7. Verifica del fabbisogno di acqua per agricoltura e valutazione dello schema idrico proposto dal progetto (ottimizzazione dell'uso della risorsa acqua per agricoltura).

Ottimizzazione dell'utilizzo di fertilizzanti naturali (in particolare dei reflui zootecnici) tramite la creazione della carta di ricettività dei suoli.

1.4.8. Valutazione della applicabilità dei sottosistemi (sistema di gestione acque per il consorzio irriguo e sistema di monitoraggio della qualità delle acque superficiali e di falda) e valutazione della compatibilità e dell'integrabilità degli stessi con i sistemi regionali esistenti (sistema informativo territoriale e sistema informativo risorse idriche).

Allegato 3

STUDIO PER IL RIEQUILIBRIO BIOLOGICO DELLE ACQUE DI UN FIUME E PER LA SUA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE

Al fine di individuare interventi di tutela e valorizzazione dell'ecosistema fluviale, viene realizzato uno studio che, raccogliendo dati, misure e valutazioni, consenta una conoscenza approfondita del bacino, dei fenomeni che lo regolano, dei fattori che lo caratterizzano.

Questo studio parte dalla raccolta dei dati storici per giungere alla progettazione degli interventi necessari al recupero dell'ecosistema e si articola in più fasi che permettono in un congruo arco di tempo di ottenere informazioni e formulare ipotesi credibili.

I risultati della ricerca oltre che da ipotesi di recupero naturalistico e di possibilità di ripopolamento ittico, saranno rappresentati da una banca dati relativi alla caratterizzazione del fiume, patrimonio utilissimo per l'Amministrazione Provinciale di Caserta per la gestione del territorio di competenza.

Lo studio si completa con la configurazione di un sistema interattivo ipermediale per la presentazione e la divulgazione dei risultati ottenuti.

Questo nuovo modo di gestire le informazioni permette di raggiungere grandi masse di pubblico non specializzato e di articolare la conoscenza su basi molto selettive.

1. STUDIO PER LA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE

1.1. FASE I - Definizione dello stato attuale dell'ecosistema

L'impostazione di uno studio per il recupero e la valorizzazione di un bacino fluviale non può prescindere dall'accertamento delle condizioni esistenti, accertamento effettuato su un'area di vaste dimensioni interessata da fenomeni complessi non semplicemente definibili attraverso la determinazione di una serie di parametri ma anche attraverso l'analisi delle componenti determinanti del sistema.

Obiettivo della prima fase dello studio per la valorizzazione ambientale resta quindi la definizione di un quadro di riferimento alla formazione del quale contribuiscono dati storici, notizie specifiche, parametri caratteristici delle componenti ambientali e territoriali, considerazioni socioeconomiche sugli attuali insediamenti.

1.1.1. Individuazione delle fonti dei dati.

Elemento qualificante di uno studio ambientale resta la raccolta di notizie e dati finalizzata alla realizzazione di un archivio, strumento base per i successivi interventi di risanamento.

Sarà quindi prioritaria la raccolta e l'organizzazione delle informazioni, dei documenti, studi e dati scientifici, relativi a rilevazioni chimiche, fisiche e biologiche effettuate in passato nell'ecosistema fluviale in esame, nonché a censimenti dei prelievi idrici, degli scarichi industriali e non, delle attività di pesca professionale e sportiva e di ripopolamento ittico svolti negli anni precedenti.

1.1.2. Raccolta delle leggi e regolamenti riguardanti il sistema fluviale e le attività collegate come la pesca e la navigazione.

Le informazioni di questo tipo verranno raccolte in modo organizzato al fine di tracciare il quadro evolutivo degli interventi degli organi legislativi sull'area interessata.

L'interpretazione, la comprensione e l'interiorizzazione di leggi e regolamenti contribuiranno a definire l'ambito in cui potrà muoversi il processo di recupero dell'ambiente.

1.1.3. Inquadramento generale dell'area.

La caratterizzazione dell'area dal punto di vista naturalistico-ambientale, produttivo e socio-economico richiederà la raccolta e la elaborazione anche a fini statistici di dati riguardanti:

- definizione dei confini,
- analisi geologica e geomorfologica,
- analisi climatologica,
- analisi del reticolo idrografico,
- analisi del regime idrico,
- analisi infrastrutturale,
- analisi del carico antropico,
- analisi delle attività industriali e agricole esistenti nel bacino.

1.1.4. Mappatura del corso fluviale.

In modo più specifico rispetto al punto precedente, sarà preso in considerazione il corso del fiume eseguendone una mappatura con l'individuazione delle principali tipologie in relazione all'andamento altimetrico, alla presenza di eventuali sbarramenti, opere di regimazione delle acque, importanti affluenze o prelievi idrici o scarichi fortemente inquinanti e alla distanza dalla foce e alle caratteristiche sommarie dei popolamenti macrofitici e del fondo fluviale.

Per la realizzazione di questa mappa sarà necessario individuare il numero e il posizionamento delle stazioni di campionamento lungo il corso del fiume.

1.1.5. Analisi chimico-fisiche.

I dati storici disponibili e quelli forniti dagli organismi deputati al controllo della qualità delle acque dovranno necessariamente essere integrati con indagini sistematiche condotte in concomitanza di eventi significativi per la vita del fiume. Sarà pertanto avviata una campagna di analisi chimico-fisiche delle acque in cui i principali parametri verranno verificati. I campioni destinati all'analisi verranno prelevati in superficie ed in profondità con periodicità da definire e sicuramente in coincidenza dei minimi e massimi di portata del fiume; su questi campioni saranno effettuate le determinazioni di:

- Temperatura
- Trasparenza
- pH
- Conducibilità
- Alcalinità
- Ossigeno disciolto
- BOD5
- COD
- Ortofosfati
- Fosforo totale
- Nitrati
- Nitriti

- Ammoniacca
- N organico
- N totale
- Particolato sospeso
- SiO₂
- Ca
- Mg
- Na
- SO₄²⁻
- Cl⁻
- K
- Metalli pesanti (da definirsi dopo l'analisi di bacino)
- Pesticidi (da definirsi dopo l'analisi di bacino)
- Tensioattivi
- Produttività primaria.

1.1.6. Analisi microbiologica.

Analogamente, sui campioni prelevati o su parti rappresentative degli stessi saranno effettuate le determinazioni di:

- Coliformi fecali
- Streptococchi fecali
- Batteriofagi anti-Escherichia coli
- Clostridi solfito-riduttori.

1.1.7. Analisi della vegetazione.

La caratterizzazione naturalistica e paesaggistica del territorio richiederà il riconoscimento delle fitocenosi con metodologie tali da permettere la comparazione tra i dati rilevati. Si procederà pertanto alla descrizione delle comunità ripariali e sommerse di macrofite e del periphiton nelle varie stazioni di campionamento, in rapporto alle variazioni stagionali, di trasparenza dell'acqua e velocità della corrente.

1.1.8. Analisi faunistica.

Al fine di individuare i fattori limitanti gli equilibri naturali, di valutare l'entità e le conseguenze dell'inquinamento e di verificare le possibilità di risanamento verranno condotti studi ed indagini riguardanti:

- analisi specifica dello stadio di sviluppo e dei pesi individuali dei macroinvertebrati acquatici, in relazione al loro ruolo di indicatori biologici di inquinamento, tramite campionamenti con rete tipo Surber o con draga ed eventualmente posa di substrati artificiali;
- analisi delle caratteristiche strutturali e dinamiche del popolamento ittico tramite pescate nelle stazioni di campionamento e in particolare nelle aree di riproduzione e nel tratto prossimo alla foce per la valutazione quantitativa e qualitativa degli stock ittici e del fenomeno di rimonta del novellame eurialino;
- l'analisi tenderà alla definizione della struttura della/e comunità ittiche tramite la stima dei tassi di accrescimento per specie, dell'età e dei principali fattori bionomici;
- prove di tossicità su organismi acquatici prelevati dall'ecosistema in esame, da definirsi, per la natura del tossico e delle specie da sottoporre ad esame, dopo l'acquisizione dei dati di cui ai punti precedenti.

Si procederà inoltre alla descrizione delle comunità di zooplancton, tramite un campione prelevato mensilmente in una stazione alla foce.

1.1.9. Indagini socioeconomiche.

A completamento dello studio per la formulazione del quadro di riferimento verranno identificate e quantificate le attività umane legate allo sfruttamento delle risorse ittiche presenti nel bacino, tramite ricerca di documentazioni esistenti.

1.1.10. Valutazione ed elaborazione dei risultati.

Dall'insieme dei dati raccolti sui diversi temi di indagine, elaborati secondo validi criteri statistici, saranno individuati i principali fattori abiotici e biotici responsabili della struttura delle biocenosi presenti nel corso d'acqua.

Sarà possibile altresì disporre di una banca dati aggiornata contenente gli elementi raccolti sulla caratterizzazione del fiume.

1.2. FASE II - Elaborazione dell'ipotesi di recupero dell'ecosistema.

I risultati dello studio complessivo del bacino fluviale, validati da analisi ed accertamenti che tengano conto delle variazioni e degli avvicendamenti stagionali, consentiranno l'individuazione degli obiettivi di ricostruzione del patrimonio ittico autoctono e di recupero naturalistico-economico dell'ecosistema.

Le finalità economiche dell'iniziativa potranno essere soddisfatte con una approfondita valutazione dell'interesse delle popolazioni residenti per lo sfruttamento delle risorse ittiche: dal punto di vista operativo saranno identificate le zone adatte per l'installazione di incubatori e l'avvio di iniziative per il ripopolamento.

I tempi e i modi delle attività di questa fase saranno definiti conseguentemente alla valutazione complessiva degli accertamenti della fase precedente che potranno richiedere integrazioni o interventi a supporto e conferma dei risultati.

1.3. FASE III - Studi di fattibilità e progettazione tecnico-economica degli interventi necessari al recupero dell'ecosistema e allo sfruttamento ottimale delle risorse naturali, con particolare riferimento a quelle ittiche.

A conclusione dello studio per la valorizzazione ambientale è prevista una fase propositiva e progettuale che doti l'amministrazione locale di uno strumento operativo per l'intervento di risanamento.

Avendo presente il quadro di riferimento entro i cui limiti si opera ed avendo analizzato le attività economiche legate alla pesca e più in generale allo sfruttamento delle risorse ittiche, saranno redatti progetti, completi di specifiche tecniche ed economiche, per la realizzazione di strutture di ripopolamento. Questi progetti si inseriranno in più ampi studi di fattibilità che, tenendo conto delle molteplici variabili del sistema in esame, prospettino il risanamento del bacino fluviale, la ricostruzione del patrimonio ittico autoctono, il recupero naturalistico e socio-economico dell'ecosistema.

Quale strumento essenziale per la politica ambientale dell'Amministrazione locale e ausilio efficace per l'inquadramento di ogni futuro intervento, sarà realizzata una banca dati della caratterizzazione del fiume, aggiornata ed aggiornabile, completa per temi ed argomenti.

2. SISTEMA DI DIVULGAZIONE IPERMEDIALE

Nel corso dello studio descritto al punto precedente dovranno essere raccolti e archiviati molti dati relativi all'ecosistema, differenti tra di loro sia per provenienza e contenuto (dati biologici, idrologici, socio-economici, geomorfologici, etc.), sia per forma (testi, immagini, dati alfanumerici, digitalizzazioni di carte, etc.).

Allo scopo di integrare queste informazioni, sintetizzarle e combinarle tra di loro, presentarle graficamente, etc., sarà necessario disporre di uno strumento informatico (il cosiddetto sistema "ipermediale") che sia in grado di fornire tale funzioni in modo semplice ed amichevole nei confronti dell'utente.

L'utente del sistema, infatti, potrà essere un esperto tecnico (biologo, ingegnere idraulico, naturalista, etc.) alla ricerca di informazioni dettagliate relativamente al problema di suo interesse, oppure un amministratore pubblico interessato a leggi e norme che regolano le attività collegate al sistema fluviale (pesca, navigazione, etc.), o ancora un responsabile delle relazioni esterne che ha bisogno dei dati per presentazioni in ambiti pubblici.

Stante questa indeterminazione del modello di utilizzatore a cui deve rispondere il sistema informatico, quest'ultimo dovrà essere progettato in modo tale da garantire la massima flessibilità possibile, compatibilmente con l'esigenza di non costringere l'utente ad un pesante addestramento per imparare le modalità d'uso del sistema.

2.1. Banche Dati

Le banche dati costituiranno il nucleo informativo del S.I. e raccoglieranno tutte le informazioni necessarie per la caratterizzazione dell'ecosistema.

Una prima ipotesi, da verificare nella fase di progettazione del S.I., e' quella di suddividere le informazioni in quattro insiemi omogenei:

- A. documenti in forma di testo e immagine;
- B. dati cartografici;
- C. dati fisici e socioeconomici caratterizzanti l'area;
- D. parametri fisici e biologici (derivanti da campagne di misura).

Ad ogni insieme di informazioni possono essere associate una o più banche dati, a seconda delle necessita'.

Per quanto riguarda il contenuto dei vari insiemi una lista provvisoria delle informazioni da archiviare e' la seguente.

- A. Documentazione relativa a:
 - riferimenti legislativi e regolamenti per le attività di pesca e navigazione;
 - caratterizzazione naturalistica e paesaggistica del sito;
 - attività di pesca professionale e sportiva;
 - studi effettuati sull'ecosistema e sul ripopolamento ittico;
 - descrizioni delle comunità animali presenti (dalle comunità di zooplancton a quelle ittiche);
 - attività umane legate allo sfruttamento delle risorse ittiche presenti nel bacino.
- B. Dati cartografici relativi all'area di interesse e al bacino idrografico del fiume:
 - confini dell'area;
 - reticolo idrografico;
 - andamento altimetrico;
 - posizionamento delle opere di regimazione delle acque, degli sbarramenti, delle stazioni di campionamento, dei prelievi idrici, ecc.;
- C. Dati quantitativi e qualitativi caratterizzanti l'area di interesse:
 - dati climatici;
 - dati geologici e geomorfologici;
 - infrastrutture;
 - attività industriali ed agricole;
 - carico antropico.
- D. Dati derivanti da analisi chimiche, fisiche e biologiche relative ad alcuni parametri di interesse: temperatura, pH, alcalinità, nitrati, ammoniaca, coliformi, ecc.
Per quanto riguarda questi dati, verrà realizzato un *software* di introduzione dati basato su maschere di facile utilizzo.

2.2. Interfaccia uomo-macchina ipermediale

Con il termine interfaccia uomo-macchina si intende fare riferimento al *software* che consente all'utente del sistema di interagire con i dati secondo funzionalità prestabilite.

Sulla base di quanto detto in precedenza, l'interfaccia del sistema dovrà garantire essenzialmente tre funzionalità di tipo diverso:

- la gestione grafica delle interrogazioni alle banche dati;
- la ricerca ipermediale delle informazioni;
- la realizzazione delle mappe tematiche.

La realizzazione di mappe tematiche dovrà essere gestita da un apposito programma avente un'interfaccia propria.

Per quanto riguarda, invece, le prime due funzioni esse saranno gestite in maniera congiunta, in quanto le interrogazioni alla banca dati verranno effettuate come funzioni a se stanti all'interno del sistema di ricerca delle informazioni.

Le funzioni dell'interfaccia utente saranno quindi legate a quelle tipiche della gestione di banche dati con l'estensione al trattamento di dati di diverso formato (immagini, grafici, ecc.) e alla possibilità di interconnessioni il più possibile articolate fra le varie unità informative.

Tali unità avranno carattere multimediale ed interattivo.

Allegato 4

STUDI PROPEDEUTICI PER L'ATTUAZIONE DELLA LEGGE N° 36 DEL 5 GENNAIO 1994 (LEGGE GALLI). ATTIVITÀ CONOSCITIVE (OPERE DI ACQUEDOTTO, FOGNATURE, DEPURAZIONE SOLUZIONI TECNICHE E GESTIONE ATTUALE) PER PROMUOVERE UNA CORRETTA GESTIONE DEL CICLO DELLE ACQUE. VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL PIANO DI INTERVENTI NECESSARI.

La legge 36/94 "Disposizioni in materia di risorse idriche" prevede la riorganizzazione dei servizi idrici italiani mediante l'aggregazione gestionale in ambiti territoriali ottimali.

Si tratta di una vera e propria legge di riforma che si fonda sulla capacità di cooperazione dei Comuni compresi nell'ambito, riuniti secondo le forme indicate dalla legge stessa e precisate dalle leggi regionali di attuazione.

La funzione dell'ambito, nel quale si esercitano poteri di organizzazione e regolazione della gestione, è quindi particolarmente complessa e delicata, trattandosi di dover organizzare una nuova struttura industriale attraverso una sequenza di decisioni che tendano a raggiungere traguardi ottimali, per il vantaggio dell'utenza nel quadro di un mercato monopolistico naturale.

Nello svolgimento delle funzioni suddette, l'ambito seguirà le prescrizioni dettate dalla legge per giungere all'affidamento della gestione, mediante la definizione di una convenzione che deve rispondere ai contenuti stabiliti dalla Regione (art.11, comma 1 e 2) previa predisposizione di una serie di operazioni che sono indicate nello stesso art.11 al comma 3.

La procedura di affidamento della gestione deve quindi fondarsi sulla disponibilità di un programma degli interventi finalizzato al raggiungimento dei livelli di servizio prestabiliti; dal programma accompagnato dal modello gestionale ed organizzativo devono discendere il piano economico-finanziario, la previsione dei finanziamenti necessari e la struttura tariffaria.

Alla base della procedura sopra descritta la legge sempre all'art.11, comma 3, pone la ricognizione delle opere esistenti di adduzione, distribuzione, fognatura e depurazione delle acque reflue.

La ricognizione viene a costituire, ovviamente, la condizione necessaria per poter affrontare il restante percorso teso a predisporre gli elementi costitutivi della convenzione di gestione.

Le informazioni raccolte, selezionate ed elaborate e le indicazioni progettuali formulate nello studio sul riequilibrio biologico delle acque possono essere considerate componenti di un piano di risanamento dell'ecosistema acquatico che si pone a riferimento concettuale preliminare alla impostazione di un piano operativo per la gestione ottimale delle risorse idriche.

L'argomento di studio proposto riguarda lo svolgimento di attività conoscitive delle condizioni ambientali e dei sistemi fondamentali per una corretta gestione delle acque in assolvimento dei compiti previsti dalla legge N°36/94 sulla gestione delle risorse idriche.

La fase della predisposizione del programma degli interventi finalizzato al raggiungimento dei livelli di servizio prestabiliti, deve poter disporre dei risultati della ricognizione delle opere esistenti per valutarne le capacità produttive, l'affidabilità, i rischi di fallanza e, di conseguenza, prevedere le necessarie modifiche e integrazioni.

L'attuazione della Legge 36/94 si articola quindi attraverso quattro momenti distinti:

- ricognizione delle opere,
- individuazione delle soluzioni tecniche necessarie per l'ottimizzazione della gestione del ciclo delle acque,
- individuazione del piano degli investimenti,
- definizione della tariffa di riferimento.

Per la realizzazione dell'iniziativa si prevede di procedere con il seguente programma di lavoro:

- A) svolgimento di attività conoscitive delle condizioni ambientali e, in assolvimento dei compiti previsti a carico degli Enti locali dalla legge N°36/94 sulla gestione delle risorse idriche, dei servizi idrici esistenti sul territorio;
- B) individuazione delle soluzioni tecniche necessarie per l'ottimizzazione della gestione del ciclo delle acque.

STUDI E ANALISI

- *Raccolta della documentazione di base esistente.*
- *Ricognizione delle opere:*
 - definizione della metodologia di ricognizione;
 - schede di rilevamento;
 - organizzazione della raccolta dei dati;
 - definizione dell'archivio informatico.
- *Attività di ricognizione:*
 - elenco delle gestioni in atto;
 - fonti di approvvigionamento: laghi, serbatoi, corsi d'acqua, acque sotterranee, sorgenti;
 - opere per il trattamento di potabilizzazione;
 - opere per l'adduzione delle acque;
 - opere di accumulo e distribuzione;
 - opere per l'utilizzo industriale, artigianale e commerciale;
 - rete fognaria;
 - collettori fognari consortili;
 - impianti di depurazione;
 - costi di gestione e strutture gestionali (acquedotto, fognatura, depurazione).

PROGETTAZIONE

- *Elementi progettuali e dati di ingresso:*
 - analisi demografica;
 - analisi della risorsa idrica disponibile;
 - analisi dei fabbisogni idropotabili, industriali e agricoli;
 - dotazione idrica attuale e futura;
 - analisi dell'andamento dei consumi;
 - analisi dei fattori di inquinamento e dei carichi inquinanti;
 - analisi dell'attuale sistema idrico e fognario.
- *Individuazione degli interventi necessari:*
 - individuazione delle attuali carenze di sistema;
 - analisi delle soluzioni tecniche alternative per l'ottimizzazione della gestione;
 - individuazione delle soluzioni tecniche ottimali e degli interventi necessari.