

Sistema di monitoraggio quali-quantitativo dei corpi idrici sotterranei della Puglia

Roberto Polieri (*), Vincenzo Barbieri (**), Rosalia Balice (**), Domenico Lorusso (***)

(*) Regione Puglia - Settore Lavori Pubblici, Via delle Magnolie Z.I., Ex ENAIP – 70026 Modugno (Bari),

(**) Planetek Italia S.r.l., Via Massaua 12 – 70123 Bari,

tel. 080.9644200, fax 080.9644299, barbieri@planetek.it, balice@planetek.it

(***) Consulente Ingegneria Ambientale, Geoatlas S.r.l. – Via L. Del Turco, 10 – 70127 Bari

Riassunto

Il progetto TIZIANO ha come obiettivo la realizzazione di un Sistema di Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei della Regione Puglia, per la caratterizzazione dello stato delle risorse idriche attraverso il loro monitoraggio quali-quantitativo in accordo con il D.Lgs 152/99 e la successiva direttiva 2000/60.

È stato implementato un sistema di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei attraverso circa 450 stazioni di monitoraggio (pozzi), con l'allestimento di circa 130 sistemi dotati di sonde multiparametriche per le rilevazioni in automatico, l'esecuzione periodica di indagini sul campo e campionamenti, una campagna di rilievo aereo e campagne a mare.

La qualità di dati acquisiti in automatico è garantita da una continua attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dei sensori installati presso i pozzi strumentati.

I dati di monitoraggio confluiscono in un database unico strutturato secondo il modello OSS definito dal SINAnet (ISPRA), che ne consente la archiviazione, analisi, reporting e diffusione.

I dati così acquisiti contribuiscono alla determinazione dei Parametri Indicatori di Qualità, utili a delineare un quadro conoscitivo esaustivo della qualità delle acque sotterranee della Puglia.

Ad oggi il sistema di monitoraggio è già a regime, in quanto si sono concluse le fasi di start up e conoscitiva. Dette fasi hanno previsto l'adeguamento delle strutture di monitoraggio presso i pozzi e l'allestimento del Centro di Acquisizione Dati e del relativo SIT, la catalogazione delle anagrafiche delle stazioni di monitoraggio, esecuzione di indagini in situ, campionamenti e analisi di laboratorio, rilievo aereo e campagne a mare, nonché l'ampliamento della rete di monitoraggio strumentata e la valutazione dei trend evolutivi degli acquiferi nel tempo.

Abstract

The goal of the project called TIZIANO, started by the Directorate for Environmental Emergency in Apulia, is the establishment of a Monitoring System for groundwater bodies of the Apulian Region, in accordance with D. Lgs. 152/99 and the directive 2000/60, which imposed the update and characterisation of the state of water resources through their qualitative and quantitative monitoring.

The project has developed a monitoring system over 450 bodies of water (wells) across Apulian territory, equipped with about 130 probes for automatic surveys and through the execution of field surveys, and completed with air and sea monitoring campaigns. The automatic data collection has been assured by a continuous ordinary and extraordinary maintenance service of sensor placed by the wells.

The project allows the creation of Quality Parameters indicators. These parameters are needed to outline an exhaustive reference knowledge framework of groundwater quality in Apulia.

At present the monitoring system is running regularly, after the end of Start-up and Inquiry steps. These steps realized the set-up and installation of the instruments by the wells, the development of the Collection Data Center and its SIT (Geographic Information System), the monitoring stations

statistics catalogue, the execution of in site campaigns, sampling and labs analysis, aerial surveys and sea campaigns, and the extension of the monitoring network together with the trends evaluations of water bodies.

Introduzione

Il SIT del progetto Tiziano rappresenta un primo passo verso la messa in esercizio di un sistema di monitoraggio regionale unico che, in una logica di condivisione ed interoperabilità possa fornire una visione univoca ed integrata dello stato qualitativo della risorsa idrica a livello regionale. L'implementazione del SIT è alla base di una visione a medio lungo termine nell'implementazione di monitoraggi complessi, che devono essere in grado di cogliere la complessità dei fenomeni ambientali, così come ben rappresentato dalla problematica del monitoraggio delle acque sotterranee ed in generale dell'intero ciclo delle acque.

Il Sistema Informativo territoriale (SIT)

Il SIT consiste nella realizzazione di un sistema integrato in grado di gestire tutta l'attività di acquisizione dati provenienti dalle centraline, dai rilievi in campo e dai risultati delle analisi di laboratorio, dal volo mivis, di archiviare ed elaborare tutti i dati raccolti e fornire quindi agli utenti ogni tipo di informazione analitico-statistica sui rilievi e sulle analisi condotte.

Il database del SIT è organizzato sul modello degli OSS, secondo lo standard SINAnet.

Il SIT ha il compito di:

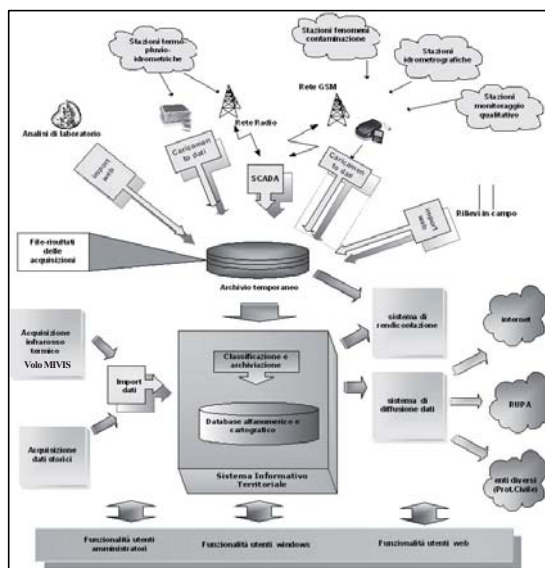
- ! Catalogare (import) e rendere consultabili (navigazione e export) anche cartograficamente, i dati di misura automatici dalla rete strumentata, e manuali derivanti da
 - o indagini in situ,
 - o campionamenti e analisi di laboratorio,
 - o rilievi infrarosso e campagne a mare.
- ! Produrre e pubblicare grafici report
- ! Produrre e pubblicare le mappe tematiche sui dati di monitoraggio

Il SIT di TIZIANO è stato realizzato nella fase di Start-Up di progetto, insieme alle strutture di monitoraggio presso i corpi idrici e al Centro Acquisizione Dati.

Nel corso dello svolgimento del servizio il SIT si è naturalmente adeguato a gestire quantità e tipologie di dati sempre crescenti, per effetto dell'evoluzione del sistema, sia in termini di punti di monitoraggio (pozzi) che di tipologie di analisi. In particolare durante la fase conoscitiva a seguito dell'esecuzione di indagini in situ sono stati tarati e messi a punto le funzioni del SIT sulla base delle necessità operative del servizio attraverso i seguenti passi:

- ! definizione e popolamento della rete di monitoraggio
- ! definizione delle politiche di accesso e popolamento della base utenti
- ! validazione delle procedure ETL per l'importazione dei dati manuali ed automatici nel corso delle prime campagne di monitoraggio
- ! generazione dei grafici di trend ed estrazione dati per la reportistica sul monitoraggio.

Attualmente, nella fase a regime il SIT viene utilizzato per archiviare e catalogare i dati delle campagne ed anche i dati prodotti dalle attività del volo MIVIS e delle campagne mare; inoltre fonda-



mentale è l'apporto del SIT agli operatori nelle attività analitiche ed attuative relative all'ampliamento della rete di monitoraggio strumentata oltre che nella valutazione dei trend evolutivi degli acquiferi nel tempo. Questo grazie alla suite di strumenti tecnologici di cui è dotato il SIT, in particolare del sistema cartografico realizzato in modo fortemente integrato alle sezioni applicative utente, con un'interfaccia web(gis) che lo rende fruibile da tutti gli stakeholders del progetto attraverso Internet. Ma anche e soprattutto grazie alla grande quantità di dati che il SIT ha catalogato nel corso del periodo di servizio.

La Divulgazione dei dati del SIT

I risultati delle attività di monitoraggio, con l'ausilio delle funzionalità di validazione e reporting del SIT, sono utilizzati per produrre i report trimestrali che vengono consegnati dal RTI alla regione. Questi report, successivamente alla attività di validazione dei tecnici della Regione coadiuvati dal CNR IRSA, sono utilizzati a livello regionale sia per adempiere agli obblighi di reporting verso il Ministero dell'Ambiente che per supportare la redazione ed aggiornamento del piano di Tutela delle Acque Regionale.

La rete di monitoraggio e la sua evoluzione

La rete di monitoraggio è al momento composta da **466 stazioni** di cui **125 strumentate** per il monitoraggio in continuo del livello e dei principali parametri di qualità (temperatura, ossigeno disciolto, redox, pH, conducibilità) e **341 non strumentate**.

La rete strumentata è organizzata su:

- 123 stazioni piezometriche per la misura del livello,
- 20 stazioni termo-conduttimetriche per la misura della conducibilità elettrica e della temperatura
- 42 stazioni multiparametriche per la misura in continuo della temperatura, redox, conducibilità, pH e ossigeno disciolto.
- 4 sorgenti (strumentate con misuratore di livello e sonde di qualità).
- 140 stazioni termo pluviometriche.

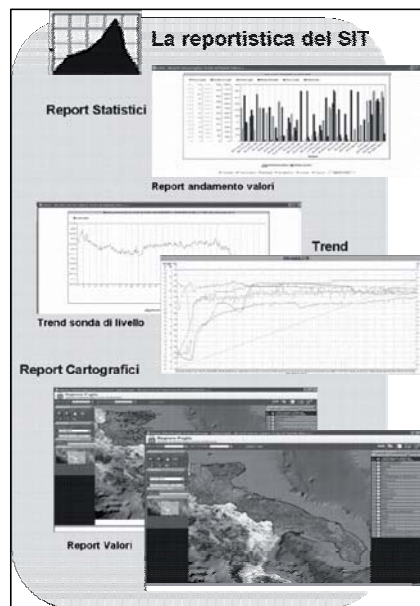
La rete non strumentata è organizzata su:

- 133 pozzi statici,
- 189 pozzi dinamici
- 15 sorgenti.

Di queste 466 stazioni, 364 sono le stazioni cosiddette "di base" originarie di progetto, a cui si sono aggiunte 102 stazioni all'interno di aree cosiddette critiche per poter studiare specifiche problematiche.

A tal fine, nel corso della fase conoscitiva, il Settore Lavori Pubblici della Regione Puglia insieme all'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR e alla Laboratori S.p.A., su segnalazione del settore Tutela delle Acque e dell'Ufficio Idrografico e Mareografico della Regione Puglia, dell'ARPA e dell'Autorità di Bacino regionali e dell'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del CNR, hanno individuato alcune porzioni di acquiferi regionali particolarmente sensibili a problematiche di carattere ambientale.

Sulla base dei risultati ottenuti dal gruppo di lavoro interassessorile (uffici competenti degli Assessorati alle Opere Pubbliche, Risorse Agro-alimentari ed Ecologia) relativi alla perimetrazione ed alla designazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola (in attuazione della direttiva 91/676/CEE sulla protezione delle acque dall'inquinamento da nitrati di origine agricola) pubblicati nel 2005, sono state infatti aggiunte 76 stazioni di monitoraggio all'interno di tali aree al fine di migliorarne l'informazione relativa alla presenza di tali composti. L'autorità di Bacino della Puglia ha



poi esplicitamente richiesto di infittire il monitoraggio della falda nel comune di Nardò in prossimità del Canale Asso e della voragine Colucci (dove vengono smaltiti i reflui depurati del depuratore di Nardò), per poter studiare l'impatto di tali reflui sulle falde sottostanti. Sono state individuate pertanto ed aggiunte alla rete di monitoraggio, ulteriori 6 stazioni ricadenti nel comprensorio descritto. Infine, allo scopo di migliorare la conoscenza della piezometria nell'acquifero dell'Arco Jonico Tarantino, sono state inserite 20 stazioni integrative piezometriche.

Seppure la dislocazione dei siti di indagine consente una buona copertura del territorio regionale, così come previsto da progetto a breve verrà completata l'installazione delle sonde in ulteriori 9 pozzi, per un totale a regime di 134 pozzi strumentati, **e verranno inseriti ulteriori 80 pozzi nella rete non strumentata** per una migliore caratterizzazione delle falde laddove si rende necessario.

Le indagini

Dal luglio 2007 sono state avviate le attività di indagine che si svolgono sull'arco di 4 anni: 1 anno per la fase conoscitiva e tre per la fase a regime.

In tutti i pozzi sia strumentati che non strumentati (statici e dinamici) vengono effettuati semestralmente **campionamenti e indagini di campo** per la caratterizzazione qualitativa degli acquiferi così come previsto da progetto. In particolare nei pozzi statici, a profondità prefissate lungo la colonna idrica, vengono effettuati campionamenti finalizzati alla determinazione dei parametri della Tabella 19 dell'Allegato 1 del D.Lgs.152 del 1999 nonché profili multiparametrici.

Nei pozzi dinamici e nelle sorgenti vengono invece raccolti campioni d'acqua al fine di analizzare, oltre i parametri della succitata Tabella 19, anche quelli previsti dalla Tabella 21 dello stesso Decreto.

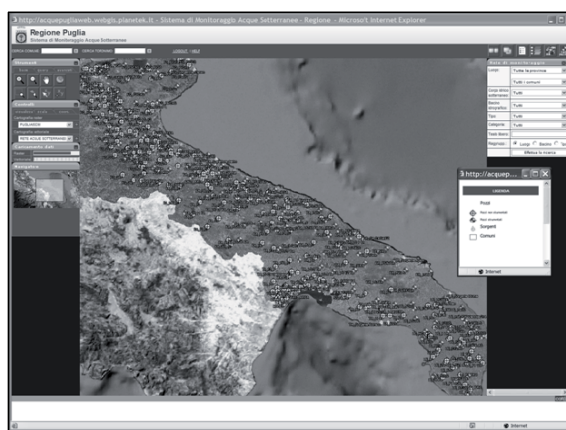
Al fine di delineare un quadro conoscitivo più esaustivo della qualità delle acque sotterranee della Puglia, sui campioni dinamici raccolti vengono effettuate anche **analisi microbiologiche** (affidate dall'Istituto di Igiene di Bari) e determinazioni miranti a verificare la presenza di 50 fitofarmaci in più rispetto a quelli previsti dalla tabella 21, il cui elenco è stato definito sulla base dei risultati del rapporto "Attività finalizzate alla redazione del Piano regionale della Puglia per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili", redatto da Sogesid S.p.A. a seguito di incarico conferito dal Commissario Delegato per l'Emergenza Ambientale in Puglia.

In 10 dei pozzi dinamici utilizzati ai fini idropotabili e considerati più a rischio, verranno effettuate a breve **indagini radiometriche** (screening alpha, beta e tritio) ai sensi del Dlgs 31/2001 per le acque destinate al consumo umano.

Per quanto riguarda invece le misure quantitative, nei pozzi statici vengono effettuati **rilevi piezometrici** in campo tre volte all'anno, mentre nelle sorgenti vengono effettuate **misure di portata** ogni tre mesi.

Per una più dettagliata conoscenza dello stato degli acquiferi, sono state effettuate inoltre indagini integrative consistenti in **analisi isotopiche** finalizzate alla caratterizzazione delle modalità di circolazione degli acquiferi pugliesi e di efflusso a mare delle acque di falda.

Tutte le attività di indagine vengono pianificate, organizzate ed effettuate con l'ausilio del SIT.



Il Rilievo aereo sulla fascia costiera pugliese con sensore MIVIS

Al fine di acquisire ulteriori informazioni sul bilancio idrico degli acquiferi regionali nonché sulla possibile individuazione di sorgenti marine utili per lo sfruttamento idropotabile, sull'intera linea di costa della regione Puglia è stata effettuata la ripresa con un sensore MIVIS installato a bordo di un aereo bimotore della società CGR. Tale attività è stata realizzata con la collaborazione dell'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IIA)..

Il piano di volo ha previsto 88 strisciate per una lunghezza complessiva di circa 1000 Km.

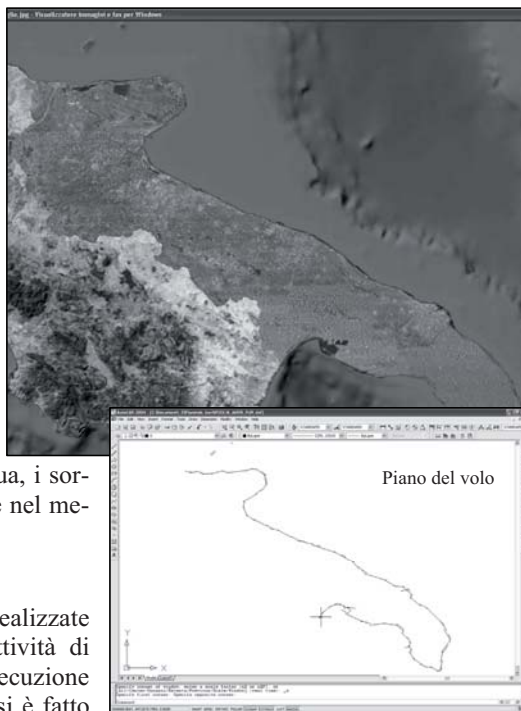
La elaborazione dei dati MIVIS consentirà la produzione della mappa di temperatura superficiale delle acque costiere con relativa predisposizione della mappa delle sorgenti nonché la produzione della mappa della clorofilla-a che sarà integrata dalla mappatura satellitare prodotta con l'ausilio di dati satellitari NOAA AVHRR.

Le caratteristiche principali del volo sono:

Quota di volo: 1500 metri alla quale corrisponde una risoluzione sul terreno pari a 3 metri . Le immagini MIVIS acquisite hanno una larghezza di circa 2,5 km.

Orientamento delle strisciate: per motivi orografici, meteorologici e per limitare il numero di strisciate in modo da mantenere al massimo l'omogeneità tra le porzioni di territorio riprese, si è orientata la strisciata secondo la direzione di volo definito giornalmente per ottimizzare le riprese in funzione delle condizioni meteo.

Periodo di volo: per una migliore estrazione dei dati relativi alle temperature superficiali dell'acqua, i sorvoli sono stati effettuati nelle prime ore mattutine nel mese di Giugno 2009.



Le campagne a Mare ed i dati di verità

Contestualmente alle attività di volo sono state realizzate dalla società Nautilus, partner della RTI, le attività di campagne a mare in 4 aree di indagine. Per l'esecuzione delle attività di rilievo in situ e campionamento si è fatto riferimento alle metodiche dell'ICRAM-ISPRA, Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio-Servizio Difesa Mare "Metodologia analitiche di riferimento". Le operazioni in mare sono state coordinate da un biologo esperto.

Le quattro aree di indagine, individuate con il supporto scientifico del CNR IRSA, sono state individuate sulla base della loro elevata significatività e sono posizionate in corrispondenza delle foci di 4 sorgenti, individuate grazie al supporto scientifico del CNR IRSA di Bari: Sorgente Chidro (TA); Fiume Morello (BR); Collettore destro (BA); Sorgente Idume (LE).

In ogni area sono stati definiti 6 transetti, e per ogni transetto sono state realizzate 3 stazioni di campionamento. Per la caratterizzazione di ogni area sono stati effettuati campionamenti in 18 punti stazione.

Lungo ogni transetto sono state realizzate 3 stazioni, poste rispettivamente a 200 – 500 – 1000 metri dalla battigia. I transetti sono stati distanziati di 1 km, pertanto in ogni area è stata coperta una fascia di 6 Km. Le profondità raggiunte durante le campagna variano da un minimo di 8 metri ad un massimo di 18 metri a seconda della profondità del fondale delle aree investigate

Per ogni stazione sono stati rilevati in situ:

- ! Dati di stazione (coordinate, profondità, stato del mare, vento, distanza da costa, riferimento fotografico del transetto, osservazioni e note di stazione) .
- ! Profili multiparametrici lungo la colonna d'acqua relativi a: Temperatura (°C), Salinità/Conducibilità (PSU), Ossigeno disciolto (mg per litro, e % saturazione), Fluorescenza - clorofilla (g/ l),
- ! Trasparenza (disco del Secchi).

Nelle stazioni sono stati raccolti campioni d'acqua per la determinazione di:

- ! Salinità (lettura salinometro) su 72 campioni raccolti a quote superficiali;
- ! Clorofilla, su 144 campioni raccolti a quote superficiali e sub superficiali;
- ! Solidi sospesi su 72 campioni raccolti a quote superficiali;
- ! Frazione organica su 72 campioni raccolti a quote superficiali;
- ! Torbidità, (lettura turbidimetro) su 144 campioni a quote superficiali e subsuperficiali;
- ! Spettri UV e Visibile su 72 campioni raccolti a quote superficiali;

I dati ottenuti dalle attività di campagna a mare vengono utilizzati sia per la caratterizzazione dei siti che per la taratura dei rilievi MIVIS.

I volumi del servizio nel SIT

Tutti i dati prodotti dalle indagini in situ o dalle acquisizioni automatiche sono archiviati e catalogati nel SIT.

Complessivamente dopo circa 2 anni di attività di indagine sui corpi idrici sotterranei e l'ausilio dei dati storici, il SIT cataloga e rende disponibili agli operatori i seguenti volumi e tipologie di dati:

Misure In Situ:

- ! Misure di portata sorgenti: 108 misure (totali 540 parametri di misura valorizzati)
- ! Profili multiparametrici: 553 misure di cui 426 profili storici tra il '95 e il '97 (totali 194.360 misure per profondità e 971.800 parametri di misura valorizzati)
- ! Misure velocità di filtrazione: 0
- ! Livelli statici: 1.160 misure di cui 422 misure storiche tra il '95 e il '97

Dati da campioni:

Campionamenti: 1.411 misure (totali 80.637 parametri di misura valorizzati)

Dati Automatici:

Sonda di livello: 1.286.472 misure

Sonda termocoduttimetrica: 298.028 misure (totali 579.124 parametri di misura valorizzati)

Sonda di qualità: 398.244 misure (totali 1.545.409 parametri di misura valorizzati)

Sonda barometrica: 12.644 misure

Dati Automatici da rete Termopluviometrica:

Sonda pioggia: 47.468 misure

Sonda temperatura aria: 29.548 misure (totali 59.093 parametri di misura valorizzati)

Riferimenti bibliografici

Giombolini G. (2000): Manuale Standard SINAnet Indirizzi e regole, ANPA (ISPRA ex-APAT).

DIRETTIVA 2000/60/CE del Parlamento europeo e del consiglio del 23 ottobre 2000.

Decreto 19 agosto 2003 Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio. Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e classificazione delle acque.

Decreto legislativo 3 Aprile 2006. 152 Norme in materia ambientale.

Decreto 6 novembre 2003 n. 367 Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152.

Decreto 18 settembre 2002 Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque ai sensi dell'articolo 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152.