



Provincia di Milano

Assessorato all'Ambiente

U.O. Tecnica Progetti Speciali

SISTEMA INFORMATIVO FALDA

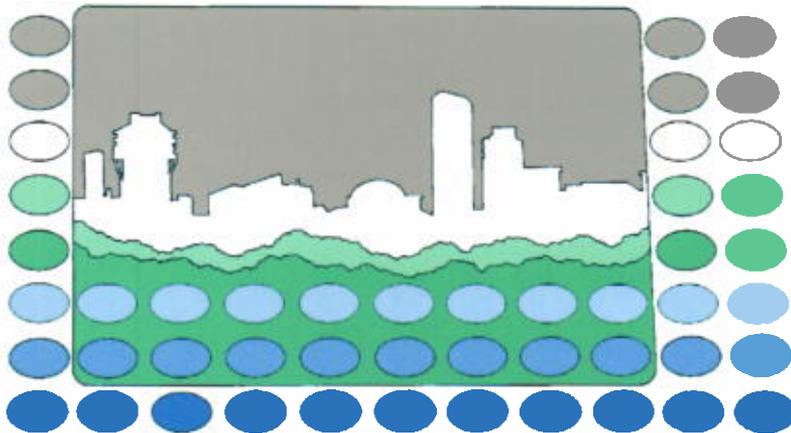
in collaborazione con:

Politecnico di Milano

Dipartimento Sistemi di Trasporto

e Movimentazione

SEZIONE GEOLOGIA APPLICATA



ACQUA SOTTO I PIEDI

*GIORNATA DI STUDIO SULLA TUTELA ED IL
DISINQUINAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE*

Sala Consiglio - Via Vivaio, 1
Milano 28 Settembre 1993



PROVINCIA DI MILANO

**ASSESSORATO ALL'AMBIENTE
U. O. TECNICA PROGETTI SPECIALI**

SISTEMA INFORMATIVO FALDA

in collaborazione con
**POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO SISTEMI DI TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE
SEZIONE DI GEOLOGIA APPLICATA**

Atti del convegno

ACQUA SOTTO I PIEDI

28 settembre 1993

Milano 1994

Comitato tecnico scientifico

GIUSEPPE GRANATELLO
GUIDO ROSTI
VINCENZO FRANCANI
GIOVANNI PIETRO BERETTA
FABIO COLOMBO

Coordinamento tecnico

GUIDO ROSTI

Organizzazione

U.O. RELAZIONI PUBBLICHE - Provincia di Milano

**Realizzazione del volume a cura di
Cristina Arduini**

©Copyright Provincia di Milano 1994

Stampato presso la Litografia Solari- Peschiera Borromeo

PREMESSA

Martedì 28 settembre circa 300 tecnici e ricercatori si sono riuniti presso Palazzo Isimbardi, sede della nostra Provincia, per partecipare al convegno "Acqua sotto i piedi". Nel ringraziare i partecipanti, i relatori esterni e, non ultimi, i tecnici provinciali che hanno organizzato questa importante giornata di studio sulla tutela delle acque sotterranee, vorrei sottolineare l'importanza del lavoro che la Provincia di Milano sta svolgendo in tema di disinquinamento e tutela del patrimonio idrico, che costituisce una delle maggiori ricchezze del nostro territorio ma che troppo spesso viene intaccato da quanti perpetuano sistematicamente offesa, in special modo certe industrie, arrecando costosissimi danni difficilmente riparabili.

Gli interventi che si sono susseguiti hanno permesso di approfondire uno dei temi più rilevanti in materia ambientale e di puntualizzare l'impegno che questa Provincia sta attuando in questo specifico ambito delle sue competenze.

Roberto Arzuffi

Assessore all'Ambiente della Provincia di Milano

Saluto del Presidente della Provincia di Milano

GOFFREDO ANDREINI

Desidero innanzitutto rivolgere un caloroso saluto anche a nome della Giunta e del Consiglio Provinciale che ho l'onore di presiedere, agli organizzatori, ai relatori ed a tutti coloro che hanno voluto essere presenti a questa iniziativa.

La giornata di studio che si apre oggi su uno dei temi più importanti relativi alla tutela ambientale coincide con un momento di particolare impegno per l'Amministrazione Provinciale in questo specifico ambito delle sue competenze.

La rinnovata attenzione della Provincia alle tematiche dell'ambiente ha già ottenuto un significativo riconoscimento, per l'azione svolta, da parte della Corte dei Conti che, in una speciale graduatoria di merito, ha collocato al primo posto, col massimo dei voti, le Province di Milano e di Alessandria.

E' chiaro che noi intendiamo questo lusinghiero giudizio solo come un punto di partenza per un nuovo e forte impegno nel risolvere le problematiche che ci troviamo a dover affrontare quasi quotidianamente.

Con la Legge 142/90 le Province, attraverso il riconoscimento della loro naturale collocazione di Ente intermedio fra Regioni e Comuni, hanno assunto un ruolo sempre più importante, con competenze specifiche in materia ambientale che spaziano dalla tutela e valorizzazione delle riserve idriche, all'organizzazione dello smaltimento dei rifiuti a livello provinciale, al rilevamento, disciplina e controllo delle acque e delle emissioni atmosferiche e sonore, alla difesa del suolo ed altre ancora.

Le recenti scelte referendarie hanno indotto il Governo alla elaborazione di alcuni provvedimenti di legge i cui testi definitivi si dovrebbero conoscere a breve termine.

Queste nuove disposizioni comporteranno senz'altro un ulteriore ampliamento della sfera di intervento delle Province, mediante il conferimento di competenze e strutture fino ad oggi di pertinenza delle USSL.

Di fronte a questa situazione in costante evoluzione, la Provincia di Milano ha già cominciato a porsi il problema di una adeguata ristrutturazione per non farsi cogliere impreparata di fronte alle nuove avanzanti incombenze.

In particolare, per quanto riguarda le acque sotterranee, si stanno seguendo tre principali filoni di intervento rappresentati dal potenziamento degli uffici con personale specializzato (sforzo questo molto arduo viste le sempre crescenti restrizioni nel campo delle assunzioni), dall'indispensabile incremento del sistema informativo e dalla realizzazione di accordi ad ampio raggio con le Università.

Quest'ultima scelta, in particolare, ci consentirà di disporre di un supporto scientifico di altissimo livello per l'approntamento di strategie di tutela idrogeologica.

Vogliamo, in sostanza, far seguire all'intensificazione dei controlli ed al perfezionamento degli strumenti ad essi indispensabili, un'azione di risanamento più rapida ed incisiva i cui costi siano fatti sostenere ai responsabili dell'inquinamento.

Alcuni specifici progetti di intervento sono già stati predisposti sotto controllo della Provincia il che implicherà, in seguito, anche un coinvolgimento nella direzione dei lavori in cantiere.

Questa giornata vuole dunque essere un momento di studio e di confronto sulle attuali conoscenze in campo di tutela idrogeologica.

Nel corso della mattinata, dopo una illustrazione del nostro modello di organizzazione, vi sarà il contributo didattico di alcune Università sullo stato delle conoscenze nel campo degli interventi di tutela idrogeologica.

Nel pomeriggio verranno presentati studi e risultati ottenuti in provincia di Milano da parte di tutti quegli Enti pubblici che operano su queste tematiche e che hanno spesso saputo contribuire in modo significativo alla loro risoluzione.

La giornata si concluderà alle ore 17 con una tavola rotonda alla quale parteciperanno gli Assessori all'Ambiente ed Ecologia di Regione, Comune e Provincia nonché tecnici del settore e rappresentanti del mondo imprenditoriale e di quello ambientalista.

Si tratterà di un confronto particolarmente importante su una corretta pianificazione del territorio provinciale e sulle misure da assumere, in concreto, per la salvaguardia del patrimonio idrico che ha storicamente costituito una delle grandi ricchezze della Provincia Padana.

Visto il nutrito programma dei lavori ed il buon numero degli interventi che si susseguiranno, mi sembra opportuno concludere non prima di aver rinnovato il mio saluto e di aver augurato a Voi tutti un felice esito dei lavori.

RELAZIONI

LE LINEE GUIDA PER UNA CORRETTA TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE DELLA PROVINCIA DI MILANO

Vincenzo Francani (*)

PREMESSA

La conservazione delle risorse idriche sotterranee non è attualmente affidata ad un progetto operativo che preveda una serie di interventi pianificati, organicamente inseriti nell'ambito dei piani regionali e nazionali per la gestione delle acque sotterranee.

Per il prossimo futuro è quindi prevedibile quanto meno una progressiva estensione delle aree contaminate, fenomeno che rendendo sempre più ridotto il patrimonio idrico sfruttabile, tende a far crescere esponenzialmente i costi dell'approvvigionamento idrico.

Risulta quindi necessario che le Province elaborino piani per contrastare l'espansione delle aree contaminate, in modo da evitare i pesanti oneri che tale situazioni comporterebbe.

La grande estensione dei territori provinciali e delle contaminazioni, rendono tuttavia necessaria, prima di procedere alla progettazione dei recuperi qualitativi, di scelta di quelli che tra essi rivestono maggiore interesse o per estensione o per gravità o per interessi ecologici e socioeconomici in gioco.

In sostanza si rende necessario operare in modo selettivo e secondo un ordine di priorità che garantiscano l'acquisizione di risultati efficaci nel minor tempo possibile.

Queste scelte possono essere indirizzate in modo da consentire una consistente riduzione dei costi, senza che questo determini una minore incisività dei provvedimenti nel recupero della qualità delle acque.

Si è constatato infatti che i presupposti per una soluzione che minimizzi i costi risiedono nell'accuratezza delle indagini sull'inquinamento e dei progetti per la decontaminazione da un lato, dall'altro nell'inserimento dei piani di decontaminazione delle falde in un programma organico, integrato con quelli destinati allo sviluppo delle risorse.

A questo argomento è dedicata la relazione che viene qui presentata.

1. CRITERI DI SCELTA DELLE ZONE DI INTERVENTO

Un esame generale dello stato delle risorse idriche sfruttabili nella Provincia di Milano permette di constatare che il bilancio idrico esteso all'intera area provinciale presenta margini per ulteriori prelievi nelle fasce circostanti i fiumi Adda e Ticino, e che solo in Milano e nelle sue immediate adiacenze i consumi sono tali da comportare un deficit quantitativo rilevante.

E' quindi ancora possibile contare su un approvvigionamento idrico dalle falde sotterranee dei maggiori centri urbani e industriali della Provincia senza ricorrere all'importazione di acque dall'esterno, o alla depurazione delle acque di laghi e fiumi.

I fabbisogni idrici previsti per il prossimo decennio dal Masterplan del Po, mostrano inoltre che la domanda di acqua nel Milanese rimarrà pressoché costante.

Infatti si desume dai dati raccolti che, a fronte di un incremento di domanda di acque potabili del 10% circa, si registrerà una contrazione dei prelievi industriali del 6,2%.

Considerando il fatto che i prelievi nella Provincia superano attualmente il miliardo di metri cubi/anno, questo incremento del 3,8% circa del fabbisogno è solo apparentemente tranquillizzante.

(*) Vincenzo Francani, sezione di Geologia Applicata del Dipartimento di Sistemi di trasporto e Movimentazione del Politecnico di Milano. Lo studio (pubblicazione n. 1439 del GNDCI) è stato svolto nell'ambito delle ricerche della linea 4 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle catastrofi Idrogeologiche (sottoprogetto RISE) della quale è responsabile il Prof. Massimo Civita del Politecnico di Torino.

Esso infatti, appare rassicurante perché viene a corrispondere a un incremento totale dei consumi di soli 32 milioni di metri cubi/anno (un metro cubo/s); ma si deve tenere conto del fatto che la richiesta di acque potabili cresce di circa 100 milioni di metri cubi/anno, che corrispondono ad una necessità di reperire almeno 4 metri cubi/s di acque potabili e difendibili dagli inquinamenti. Tale elemento risulta di particolare gravità ove si consideri che poco più della metà delle acque estratte dai pozzi può essere immessa in rete solo con depurazione, prevalentemente per inquinamenti da solventi clorurati, da nitrati e metalli.

Rimane inoltre la constatazione di un progressivo diffondersi degli inquinamenti, che tendono a ridurre progressivamente le disponibilità idriche.

Per poter valutare obiettivamente e con conoscenza di causa l'effettivo stato delle risorse e l'evoluzione del bilancio fra gli afflussi di acque sotterranee e le perdite, ivi comprese quelle dovute alle contaminazioni, il parametro più significativo è quindi senza dubbio il costo che il mantenimento dell'attuale dotazione idrica anche nel prossimo futuro può comportare.

Una riduzione delle risorse prodotta dall'estendersi delle contaminazioni porterà infatti ad aumenti elevati dei costi, determinati soprattutto dalla necessità di investimenti per l'approvvigionamento da fonti sempre più lontane dai centri di sfruttamento o per la depurazione delle acque sotterranee nelle aree di sfruttamento attuale.

Utilizzando tale indice per una razionale programmazione degli interventi destinati a mantenere l'attuale disponibilità idrica, osserviamo che una pianificazione che contempi come obiettivo quello di tutelare la consistenza del patrimonio idrico e la sua qualità, deve operare in modo da premiare tutte le iniziative che portino alla eliminazione delle contaminazioni caratterizzate da una posizione geografica e da una tipologia di inquinanti che diano luogo nel prossimo futuro ad un incremento delle spese per l'approvvigionamento idrico.

Al momento attuale si riscontra la presenza di contaminazioni gravi ed estese, delle quali è già possibile indicare la provenienza; le aree colpite da questi fenomeni sono molto grandi, concentrate soprattutto nel NO del Milanese.

Considerando che questi settori sono dotati di ottime riserve, la cui protezione è indispensabile, è opportuno che siano queste le contaminazioni alle quali è opportuno porre rimedio per prime.

Sarà inoltre fondamentale che le priorità siano riservate alla eliminazione degli inquinamenti, come ad esempio quello dei nitrati, la cui depurazione ha un costo unitario molto elevato; ciò soprattutto nel caso in cui queste contaminazioni minaccino aree nelle quali i prelievi siano molto elevati, o dove le riserve idriche abbiano particolare pregio per quantità e qualità.

Nello stesso tempo, è opportuno iniziare gli studi per la delimitazione delle aree di provenienza delle altre contaminazioni gravi ed estese (Cernusco Sul Naviglio, Carugate ecc.) delle quali sono meno note le responsabilità.

Considerati i tempi nei quali gli studi avviati potranno essere condotti a termine, e la lentezza dei finanziamenti che ne condizionano la messa in pratica, risulterà utile la decontaminazione anche di aree di non grande estensione nelle quali le responsabilità siano state individuate.

Si può prevedere che nell'arco di cinque-dieci anni potranno essere ricreate le condizioni di potabilità su molte aree strategiche per l'approvvigionamento idrico futuro.

Analogo effetto possono avere le applicazioni del D.P.R. 236/88 per la emanazione di vincoli sul territorio capaci di evitare rilevanti aggravii di spesa per il disinquinamento o per la sostituzione delle opere di captazione con altre molto più costose, risulta accettabile.

In conclusione, riteniamo che si possa procedere al disinquinamento con una adeguata scelta degli investimenti, capaci di evitare l'estensione di inquinamenti gravi e risanabili solo con oneri eccessivi. In combinazione o in alternativa con questa soluzione, si può adottare una serie di vincoli (ad esempio zone di salvaguardia delle captazioni) che ottengano lo scopo di preservare alcuni settori-chiave da future contaminazioni.

2. CRITERI DI SCELTA DEI LIMITI DELLA DECONTAMINAZIONE

Ai fini di selezionare le varie metodologie di intervento e di definire l'intervallo temporale nel quale deve essere completato il risanamento, sarà molto utile individuare preventivamente gli obiettivi da raggiungere.

Questi possono essere identificati mediante la concentrazione degli inquinanti che si desidera raggiungere; gli interventi di disinquinamento possono essere prescelti in base ai seguenti criteri:

- 1 - Limiti normativi in base all'uso delle acque
- 2 - Limiti di "concentrazioni di fondo"
- 3 - Limiti stabiliti "caso per caso"
- 4 - Limiti stabiliti in base a valutazioni di rischio sanitario.

Risulta evidente che la prima soluzione è fondata sull'esistenza di apposite normative che abbiano definito in modo univoco la presenza di una concentrazione massima ammissibile di un inquinante.

La seconda soluzione presuppone un trattamento più prolungato dell'inquinamento, ma d'altra parte richiede la fissazione di una concentrazione di fondo esistente in base a condizioni naturali o a contaminazione diffusa; risulta evidente che questa seconda opportunità risulta regolata dall'esistenza di una rete di controllo con sufficienti rilevazioni da permettere apposite elaborazioni statistiche.

La terza soluzione, che presenta una limitata possibilità di controllo e di validità, è scelta in base a differenti valutazioni tecnico-economiche che non hanno una rilevanza dal punto di vista scientifico e pertanto viene scelta in modo provvisorio in assenza di informazioni dettagliate sulla natura dell'inquinante e sui suoi effetti.

L'applicabilità della valutazione di rischio risulta determinata dalla disponibilità di dati sugli effetti di composti inquinanti e sul livello di esposizione.

L'indicazione di precisi limiti per il disinquinamento riveste un ruolo essenziale nella redazione dei programmi di bonifica, sia per quanto riguarda le acque sotterranee, sia per i terreni.

L'incidenza del limite di decontaminazione da raggiungere è infatti molto alta sia sui tempi di attuazione delle bonifiche, sia sui loro costi, al punto che tali valori formano uno dei criteri fondamentali di scelta delle tecniche di disinquinamento e di recupero di acque e terreni.

Attualmente si hanno scarse indicazioni a livello internazionale (normative olandesi e tedesche, orientamenti forniti dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense) e nazionale (orientamenti della Regione Piemonte).

Tali indicazioni risultano per la massima parte scarsamente applicabili al territorio della Provincia di Milano, anche se possono essere adattate previa accurata disamina delle conseguenze di tale scelta, soprattutto per i terreni contaminati; i limiti fissati dalle normative suddette sono costituiti infatti da concentrazioni degli inquinanti nei terreni e non tengono conto della fondamentale necessità che venga preservata dalla contaminazione la falda che può ricevere la contaminazione. Ricordiamo che le oscillazioni storiche del livello piezometrico della falda risultano tali da poter coprire una escursione di otto-dieci metri in molte località del Milanese.

Può così accadere che, in settori in cui le concentrazioni dei contaminanti sono al di sotto dei limiti fissati da queste normative, il volume totale di terreno interessato dalla contaminazione sia tale che le falde siano molto esposte all'inquinamento quando si realizza un sollevamento della superficie della falda capace di porre in soluzione importanti quantità di contaminanti.

Al contrario inquinanti contenuti in terreni di permeabilità bassa o nulla, dotati di una scarsa capacità di desorbimento, anche se in tenori superiori ai limiti fissati da queste normative potrebbero non dare luogo a pericoli di contaminazione.

Appare pertanto urgente che a livello nazionale e regionale si proceda a stabilire criteri e a fissare valori-guida e valori- limite compatibili con le caratteristiche idrogeologiche delle aree alle quali devono essere applicate, almeno per i terreni.

Dal momento che si ritiene utile evitare che il sollevamento della falda o l'infiltrazione di acque dalla superficie portino con sé alla falda un quantitativo di inquinante capace di produrne la contaminazione, si richiede che i limiti del contenuto in sostanze potenzialmente contaminanti nei terreni siano fissati di volta in volta, in relazione alle condizioni più cautelative per ciascun sito.

Tale approccio richiede la valutazione dell'entità degli apporti idrici dalle diverse fonti e dei valori massimi attesi in base alle conoscenze sull'area, o sviluppando opportuni calcoli idrologici.

Una volta identificati gli inquinanti dei quali necessita la bonifica, le loro caratteristiche fisico-chimiche, in particolare la loro solubilità in acqua e il comportamento del complesso acqua-suolo-contaminante, è possibile valutare le conseguenze che il verificarsi delle condizioni idrologiche e climatologiche capaci di produrre i maggiori pericoli determinano sulla falda.

Tale problema è risolvibile con idonee procedure di calcolo o con codici numerici capaci di fornire una precisa interpretazione della evoluzione della contaminazione nel terreno e nella falda. Di questi programmi di calcolo, adattabili anche su personal computer di non elevato costo esiste attualmente una buona disponibilità; appare pertanto possibile procedere alla necessaria sperimentazione di queste tecniche in tempi relativamente brevi, ad esempio presso Istituti universitari e laboratori chimici attrezzati.

In attesa di una normativa che fissi limiti ben precisi, è opportuno attenersi al concetto che non deve comunque rimanere nel terreno un quantitativo di sostanze che possa dare luogo nelle condizioni più cautelative che la logica e la conoscenza dell'area suggerisce.

3. CRITERI DI SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO

Al fine di scegliere la metodologia più idonea di realizzazione delle opere, per ogni soluzione proposta saranno da individuare in ogni caso i seguenti parametri relativi all'origine, movimento e destino degli inquinanti:

- quantità di inquinante immesso
- flusso dell'inquinante attraverso sezioni dell'acquifero
- flusso dell'inquinante dalla sorgente
- forma della sorgente, suo spessore ed estensione
- parametri idrogeologici e idrodispersivi (conducibilità idraulica, trasmissività, dispersività longitudinale e trasversale)
- caratteri idrochimici dell'inquinante, sua viscosità, densità, solubilità, bagnabilità ecc. nelle diverse condizioni di pH, temperatura, concentrazione e attività ionica della soluzione
- reazioni dell'inquinante con la matrice solida dell'acquifero
- coefficiente di partizione e di ritardo
- velocità e portata della falda
- quantità di acqua che si infiltra
- oscillazioni piezometriche
- caratteristiche geometriche e idrauliche dell'acquifero

La scelta della tipologia di intervento sarà strettamente legata all'opportunità di acquisire il massimo beneficio nel minore tempo possibile, senza produrre danni per l'ambiente.

A tal fine è indispensabile che la scelta sia fondata su uno studio idrogeologico di dettaglio, del quale vengono in seguito riportati gli elementi fondamentali.

In alcune aree non si rende necessario un vero e proprio disinquinamento, bensì solamente il rafforzamento della protezione delle falde ad esempio tramite l'istituzione di zone di salvaguardia.

La funzione delle zone di salvaguardia e dei controlli idrochimici è soprattutto quella di prevenire il rischio di contaminazione nelle aree inquinate.

Le azioni di prevenzione di questo tipo devono essere poste in atto soprattutto dove esistono condizioni di rischio grave e dove la protezione è scarsamente efficiente.

Nella letteratura geologica sono ormai frequenti le carte di rischio e di vulnerabilità (citiamo come esempio quella della Provincia di Parma).

Nelle carte di vulnerabilità vengono evidenziati i centri di pericolo, potenziali produttori di inquinamento, la piezometria e la permeabilità dei terreni superficiali.

Per ottenere carte di rischio, è necessario che per ogni centro di pericolo venga indicata la probabilità che si verifichino inconvenienti tali da determinare contaminazioni delle falde,

possibilmente in termini di frequenza degli incidenti capaci di determinare conseguenze di classe di gravità diversa.

Dal momento che non è possibile esaminare ogni centro di pericolo, una utile indicazione è in questo caso rappresentata dalle statistiche riguardanti il tipo di produzione o di attività esercitata dall'insediamento in esame.

Confrontando la gravità dell'incidente con la vulnerabilità del sito, è possibile ricavare una indicazione sommaria della gravità del rischio, che può essere espressa ad esempio come probabilità che si abbiano danni il cui rimedio superi un costo prefissato.

Sulla base di questa cartografia e del suo confronto con le carte idrochimiche, è possibile evidenziare dove si realizzano o meno le coincidenze fra entità del rischio e del degrado qualitativo.

Tale paragone ha una sua utilità nei programmi di difesa, in quanto una situazione in cui il rischio è grave e il degrado assente o minimo indica una buona efficienza dei sistemi di prevenzione; a un degrado esteso e a una vulnerabilità modesta corrisponde ovviamente una efficienza della protezione nulla; a una perfetta coincidenza fra questi due parametri corrisponde un grado di efficienza della protezione mediocre.

Il miglioramento della prevenzione può essere realizzato con la delimitazione delle aree di salvaguardia delle captazioni e con il controllo puntuale e frequente della qualità delle acque a monte e a valle dei centri di pericolo.

In sede ministeriale è stata accolta nel luglio 1993, sotto forma di una circolare del Ministero della Sanità nella quale la normativa viene sottoposta all'attenzione delle Regioni, la sostanza della proposta per la tutela delle opere di captazione presentata dal Gruppo Nazionale per le Catastrofi Idrogeologiche (pubblicazione 75 del G.N.D.C.I.). Essa si è quindi a tutti gli effetti tradotta in normativa di applicazione del D.P.R. 236 del 24 maggio 1988, a meno di modifiche richieste dalle Regioni.

L'adozione di queste normative da un lato risulta incoraggiante, dall'altro pone alcuni problemi la cui soluzione diviene indispensabile per la effettiva attuazione della difesa dagli inquinamenti. La protezione dei corpi idrici sotterranei implica infatti molto spesso la necessità di agire su un territorio nel quale si manifestano i segni delle contaminazioni; anzi l'impulso a creare "fasce di rispetto" per le captazioni si viene a determinare soprattutto in aree nelle quali il degrado qualitativo delle acque costituisce una seria minaccia.

Ci si può quindi configurare per il prossimo futuro un quadro nel quale dove le acque hanno fin da ora buone caratteristiche si avrà anche un discreto livello di protezione della loro qualità.

In zone di degrado pronunciato non vi sarà la possibilità di installare nuove captazioni, a meno di affrontare costi di decontaminazione molto sensibili.

In questa situazione, anche se si registrerà localmente un sensibile miglioramento delle condizioni generali delle acque sotterranee dovuto al maggiore controllo nelle aree protette, si avrà il rischio di un sostanziale aumento del degrado qualitativo generale per la difficoltà di captare nuove acque in aree già contaminate.

Tale rischio è particolarmente evidente in aree come la Provincia di Milano, dove su una vasta estensione di territorio, soprattutto nell'intera fascia a N di Milano, la qualità delle acque è sensibilmente compromessa.

Considerati i costi di attuazione delle zone di salvaguardia, vi è da ritenere che esse saranno introdotte con una certa gradualità, seguendo l'indirizzo contenuta nella circolare del Ministero della Sanità.

Se si attuerà questo suggerimento, sarà possibile dare il via ad una sistematica azione di recupero delle falde, in ciò agevolati dalla legge regionale 65, che permette l'impiego di fondi per i progetti di recupero delle falde.

4. REDAZIONE DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO PER IL DISINQUINAMENTO

L'interesse dello studio idrogeologico è sottolineato dal fatto che l'esperienza di questi anni conferma che per ottenere un disinquinamento a costi accettabili occorre anteporre a ogni altro

scopo quello di rendere minima nel terreno la presenza di contaminante capace di produrre il degrado delle falde in tempi brevi.

Da tale analisi, emerge la fondamentale importanza della determinazione delle modalità ottimali e dei tempi necessari per la bonifica, nei quali lo studio idrogeologico ha un ruolo saliente.

Lo schema di rapporto qui presentato discende dalle esperienze di numerosi studiosi, e trova concordi molti ricercatori; è probabile tuttavia che, essendo derivato dall'esame di problemi che riguardano soprattutto le aree padane, sia tutt'altro che esauriente.

4.1 Indagini preliminari e studi di fattibilità

E' molto utile che la parte preliminare della realizzazione degli interventi di disinquinamento sia costituita da una apposita relazione tecnica che, vista la specificità della materia, sia redatta dagli organi a ciò preposti, quali la Provincia e gli Enti delegati al controllo dell'ambiente. I contenuti del rapporto potranno essere i seguenti:

- 1) Stato delle conoscenze sul fenomeno di inquinamento
- 2) Opere di captazione interessate e interessabili dal fenomeno
- 3) Numero di popolazione servita ed eventualmente esposta agli effetti in relazione alla struttura acquedottistica e alle portate prelevate
- 4) Acquifero colpito dalla contaminazione e profondità raggiunta dalla contaminazione
- 5) Eventuali intercomunicazioni con altri acquiferi
- 6) Andamento e oscillazioni della falda in base alle conoscenze regionali e locali esistenti
- 7) Concentrazioni di inquinanti rilevate e variazioni temporali
- 8) Caratteristiche chimico-fisiche e biologiche degli inquinanti
- 9) Comportamento dell'inquinante nell'acquifero, con speciale riferimento anche alla interazione con la matrice solida
- 10) Censimento dei punti di probabile origine dell'inquinamento (centri di pericolo) e delle aree di degrado attuali e pregresse

E' importante che la relazione tecnica indichi la tipologia e il numero delle eventuali indagini integrative da effettuare per una migliore conoscenza della fonte inquinante e dell'estensione dell'area contaminata.

Essa dovrà comprendere, oltre alle notizie di base ora elencate, anche le seguenti elaborazioni:

- a) cartografia idrogeologica, ricostruzione della piezometria attuale e nel periodo di durata della contaminazione, stesura di sezioni idrogeologiche dell'acquifero colpito, caratterizzazione idrogeologica dell'acquifero e dei livelli meno permeabili
- b) delimitazione della contaminazione
- c) ricerca della fonte dell'inquinamento

4.2 Indagini preparatorie del progetto esecutivo

In base alle conoscenze preliminari acquisite circa la natura dell'acquifero e quella dell'inquinante, si procederà alla seconda fase dello studio, nella quale dovranno essere indicate le modalità di intervento più idonee per il risanamento dell'area.

Lo studio si muove in modo diverso a seconda delle condizioni di partenza.

Possiamo in effetti distinguere tre casi: quello in cui l'area di provenienza della contaminazione sia nota; quello in cui sia dubbia, e infine quello nel quale non si possa evidenziare una ben definita fonte contaminante.

La progettazione degli interventi di risanamento dovrà quindi generalmente essere preceduta dall'esecuzione di indagini integrative, preparatorie del progetto esecutivo.

4.3 Contenuti delle indagini quando sia nota la fonte della contaminazione

Le indagini si muoveranno in modo differente a secondo del grado di conoscenza sulla fonte inquinante.

Ove già nota la fonte, si procederà:

a) all'indagine idrochimica per accertare le sostanze presenti e la loro concentrazione, alla delimitazione dell'area contaminata

b) al posizionamento di punti di monitoraggio della qualità delle acque, che saranno oggetto di ulteriori prelievi ed analisi a scadenza mensile o trimestrale per esaminare l'evoluzione del fenomeno

c) all'indagine idrogeologica di dettaglio sugli acquiferi e sulle falde che consentirà di acquisire i dati per scegliere la tipologia del metodo di bonifica.

a) Indagine idrochimica

Si dovranno analizzare le acque di tutti i pozzi presenti nell'area precedentemente delimitata, in relazione alla tipologia degli inquinanti riscontrati.

Le analisi dovranno essere ripetute con intervallo temporale minimo di quattro-sei mesi in periodi giudicati significativi.

Dovranno essere prodotte cartografie, diagrammi, grafici e tabelle che indichino l'evoluzione degli inquinanti nel tempo, possibilmente a partire dalle prime segnalazioni della presenza di inquinanti nell'area.

Le cartografie e i grafici dovranno indicare la falda o il gruppo di falde a cui si riferiscono.

Non sono ritenute consigliabili carte idrochimiche che riportino dati relativi a intervalli di tempo superiori a due anni.

Andranno compilate schede descrittive delle caratteristiche fisico-chimiche degli inquinanti e del loro grado di pericolosità.

Particolare risalto dovrebbe essere dato alle caratteristiche che influiscono sulle loro modalità di propagazione e le trasformazioni in altri composti dei quali sarà indicata la pericolosità.

Nel caso di presenza di terreni contaminati, sarà opportuno procedere alla valutazione del loro stato qualitativo, di eventuali test di cessione relativamente agli inquinanti esaminati, alla stima dello spessore e della profondità dell'intervallo di terreno contaminato.

Per gli inquinamenti nei quali sia stata rilevata una periodicità o una tendenza evolutiva in dipendenza da processi industriali o lavorazioni agricole, sarà consigliabile invece la accurata documentazione di tali relazioni.

In particolare sarà utile effettuare una stima della quantità di inquinante proveniente dai centri di pericolo preventivamente identificati.

Nel caso in cui si abbia ragione di dover considerare anche la fase volatile dei composti inquinanti, saranno effettuate campionatura e analisi di tali sostanze.

b) Indagine idrogeologica

Lo studio idrogeologico sarà ben compiuto se fornirà tutti gli elementi indispensabili per la ricostruzione delle modalità di alimentazione e deflusso delle falde nell'area interessata e dell'evoluzione e propagazione dell'inquinamento.

Dopo una prima interpretazione dei dati esistenti, si valuterà l'opportunità di procedere a studi integrativi mediante prospezione dirette e indirette (geofisiche).

Tali studi integrativi saranno giustificati in base alle necessità di dettagliare le conoscenze sulla struttura idrogeologica e di determinare con precisione le modificazioni della piezometria.

Sarà quindi opportuno identificare tramite un adeguato complesso di prove i parametri idrogeologici e idrodispersivi.

Il numero, la tipologia e l'ubicazione delle prove dovranno in tal caso essere stabiliti previa la ricostruzione della struttura, della geometria e dell'andamento degli acquiferi e dei livelli meno permeabili.

Le caratteristiche e l'ubicazione dei punti di controllo potranno preferibilmente essere prescelti in base alla necessità di sorvegliare livelli acquiferi di particolare interesse, non trascurando il mezzo non saturo, dal punto di vista della piezometria e dell'idrochimica.

Per ciascuno dei sistemi di controllo sarà bene compilare una scheda descrittiva delle caratteristiche tecniche, e al termine della campagna di studio saranno aggiornate le documentazioni presentate nella relazione preliminare.

Potranno essere utilizzati metodi di calcolo che partendo dalla situazione riscontrata e dalle prove effettuate consentano la determinazione dell'evoluzione degli inquinamenti, con particolare riguardo ai punti di captazione di acque potabili poste a valle di una fonte di contaminazione.

Al termine di questo studio si procederà alla scelta della tipologia d'intervento e alla redazione del progetto di bonifica.

4.4 Contenuti delle indagini quando la fonte della contaminazione non sia nota o non sia ben definita

In tali circostanze si presenta la necessità di ricercare la fonte dell'inquinamento, mediante l'identificazione delle aree di degrado attraverso indagini sull'uso del territorio e sulle conseguenze dell'insediamento di centri di pericolo.

Le fonti di contaminazione presentano infatti caratteristiche tali da rendere possibile in una prima fase dello studio, l'eliminazione dal novero delle aree da indagare quelle che, per le caratteristiche soprattutto idrochimiche, dell'inquinamento, sono sicuramente prive di responsabilità; verranno altresì determinate con il medesimo metodo le più probabili fonti di contaminazione.

4.5 Identificazione della fonte con tecniche idrochimiche

Secondo alcuni studiosi, sarebbe possibile definire l'area di provenienza dei contaminanti, nel caso di sorgenti concentrate, mediante calcoli che tengono conto della disposizione delle linee di uguale concentrazione e della piezometria.

Esaminiamo brevemente tali teorie, soprattutto per poter meglio chiarire quali sono i limiti di questo metodo, quali accorgimenti sono da adottare, e quali estrapolazioni sono possibili.

Un accertamento diretto, da eseguire con sondaggi a monte e a valle dell'area di presunta provenienza lungo le linee di flusso della falda è sicuramente molto utile per la definitiva individuazione delle responsabilità, così come l'effettuazione di altri sondaggi o, nel caso, di perforazioni nel non saturo per la verifica del contenuto di gas provenienti dalle contaminazioni entro l'area di attività, in prossimità dei punti di scarico o di immissione dei reflui accertata o probabile, all'interno di pozzi perdenti o cisterne prive di fondo impermeabile.

Questi controlli, per la cui analisi si rimanda ai testi degli altri Autori che a questo si sono dedicati, permettono di identificare con buona approssimazione il nucleo di terreno più contaminato, agevolandone l'asportazione, oltre a consentire l'accertamento delle responsabilità.

Tuttavia la ristrettezza di dati disponibili spesso porta a conclusioni erronee e gravemente dispendiose.

Una incerta ricostruzione della piezometria ad esempio finisce con il determinare l'impossibilità di correlare i pochi dati idrochimici disponibili; si consiglia quindi di operare una livellazione della quota piezometrica delle falde interessate dalla contaminazione in tutti i punti nei quali è possibile effettuare il rilevamento, in specie entro o in vicinanza dei centri urbani.

Nella maggior parte dei casi occorre avere a disposizione almeno una decina di punti per falda nell'area adiacente la probabile origine della contaminazione, per poter ricostruire con sicurezza la piezometria.

Si ricorda che è necessario procedere al rilevamento idrochimico e piezometrico in un periodo di tempo ristretto (una o due settimane) per ottenere una adeguata significatività dei dati raccolti.

4.6 Il metodo di Domenico e Robbins (1985)

Questa tecnica è basata sia sulle rilevazioni idrochimiche, sia su loro elaborazioni matematiche; essa consente di determinare prima le dispersività, poi la concentrazione alla fonte, e infine la dimensione della fonte, che viene assimilata a una superficie di dimensioni Y e Z normali alla direzione del movimento delle acque sotterranee.

Il fronte advettivo è definito in base al prodotto della velocità del contaminante e del tempo a partire dal quale il contaminante è entrato in falda.

Limitando la nostra esposizione al caso di un inquinamento che possa essere studiato in due dimensioni (sapendo peraltro che non esiste alcuna complicazione pratica nell'applicare la medesima metodologia ai casi tridimensionali), secondo Domenico e Robbins possiamo rapidamente risolvere il problema.

Riesaminiamo le relazioni di Domenico e Robbins:

$$\text{Dato che } C(x,t) = (C^0/2) \operatorname{erfc}[(x-vt)/2(\cdot)vt]$$

$$\text{con } \beta = (x-vt)/2(\cdot)vt$$

$$C(x,y,z,t) = (C^0/8) \operatorname{erfc}(\beta) \cdot AY \cdot BZ$$

$$\text{in cui } AY = [\operatorname{erf}[(y+Y/2)/2(\cdot)x] - \operatorname{erf}[(y-Y/2)/2(\cdot)x]]$$

Diamo l'indice 1 ai valori letti in corrispondenza del pozzo 1 e a quelli dell'altro pozzo:

$$C1(x1,t) = (C^0/4) \operatorname{erfc}[(x1-vt)/2(\cdot)vt] \cdot [\operatorname{erf}[(y1+Y/2)/2(\cdot)x1] - \operatorname{erf}[(y1-Y/2)/2(\cdot)x1]]$$

$$C2(x2,t) = (C^0/4) \operatorname{erfc}[(x2-vt)/2(\cdot)vt] \cdot [\operatorname{erf}[(y2+Y/2)/2(\cdot)x2] - \operatorname{erf}[(y2-Y/2)/2(\cdot)x2]]$$

Ricordiamo che sono termini noti: $C1$, $x1$, v , t , $y1$, $x2$; le incognite sono C^0 , Y , \cdot , \cdot .

Utilizzando queste equazioni possiamo eliminare tutto il termine in C^0 per ciascuna delle due equazioni del sistema, ad esempio dividendo l'una per l'altra.

Non risulta possibile determinare direttamente le incognite Y e \cdot . Domenico e Robbins suggeriscono quindi di attribuire un certo numero di differenti valori a una delle incognite e risolvere in funzione dell'altra. Così si può costruire un grafico di Y rispetto ad \cdot . Ripetendo il calcolo per due o più punti a diverse distanze dalla ipotetica sorgente, e riportando le curve su un medesimo grafico vedremo che le curve verranno a intersecarsi in un punto, che coinciderà con i valori di Y e \cdot , i quali sono identici per tutti i pozzi presenti nel campo dell'inquinamento.

In tal modo si potranno definire Y e \cdot .

Il valore di C^0 è determinabile dalla relazione per l'inquinamento a regime permanente:

$$C1 = (C^0/2) [\operatorname{erf}[(y1+Y/2)/2(\cdot)x1] - \operatorname{erf}[(y1-Y/2)/2(\cdot)x1]]$$

Identiche procedure devono essere applicate per determinare Z e \cdot .

Al termine delle operazioni, potranno essere effettuate verifiche per controllare l'incidenza di eventuali errori nella valutazione delle dispersività.

Questa fase è di particolare interesse, in quanto questi valori non possono essere calcolati direttamente dalle prove di pompaggio; essi dipendono infatti dalla struttura geologica nel suo complesso.

Il metodo di Domenico e Robbins presenta un notevole interesse per tutti i casi nei quali si possiede un buon numero di dati a una certa distanza dalla probabile fonte di contaminazione, determinata ad esempio per mezzo di un'indagine di tipo tradizionale, ma si conoscono pochi

elementi in prossimità di essa, cosicché risulti difficile assicurare la provenienza della contaminazione.

Questa tecnica si presenta anche molto utile nei casi in cui risulti difficile una soluzione numerica, basata ad esempio su un modello matematico, e contemporaneamente si abbia una certa omogeneità di valori dei parametri idrogeologici.

La validità di questa soluzione è peraltro fortemente condizionata dal fatto che essa non tiene in alcun conto gli effetti (in molte occasioni discretamente sensibili) dei pozzi esistenti nella zona, della forma e del tipo dei limiti della struttura idrogeologica.

Si tratta quindi di un buon metodo, la cui validità è limitata a casi relativamente semplici.

In alcuni casi di particolare concentrazione delle possibili fonti inquinanti in una zona ristretta, eseguire un buon numero di prospezioni geognostiche, soprattutto sondaggi.

I sondaggi vengano eseguiti in un numero sufficiente per evidenziare con sicurezza tutte le fonti di contaminazione, anche all'interno di una medesima area di produzione. Si tenga infatti presente, nel programmare la ricerca, che molto spesso i punti di inquinamento del suolo hanno dimensioni ristrette (anche pochi metri quadrati).

Infine andranno campionati anche i reflui presenti in ciascuno dei punti ispezionati (vasche, tombature, fognature) per poterli confrontare con gli inquinamenti lamentati, sia con la "facies" dell'inquinamento, cioè con il complesso delle sostanze rinvenute nelle acque contaminate.

Si cercherà così di distinguere la provenienza della contaminazione sulla base del confronto fra le sostanze reperite nelle falde e quelle prodotte dalle diverse industrie.

E' evidente che in questi casi occorre più che in quelli esposti nei paragrafi precedenti fare uso di tecniche di ricostruzione della piezometria e delle modalità di propagazione degli inquinanti nel non saturo e nei fluidi che permeano i pori del terreno.

Contrariamente alle procedure normalmente seguite, che prevedono il semplice ricorso all'ispezione idrochimica, è quindi opportuno che in questi casi si faccia ricorso alla dettagliata ricostruzione idrogeologica del mezzo nel quale le contaminazioni si propagano.

Di grande interesse è l'analisi delle lavorazioni e dei prodotti usati che tenga conto dell'evoluzione che tali fatti presentano nel tempo; non è quindi possibile tenere conto solamente della loro stagionalità, cioè delle variazioni nel corso dell'anno delle lavorazioni, ed è indispensabile verificare le modalità delle produzioni anche negli anni trascorsi.

Infatti la pura e semplice constatazione della presenza di un contaminante nel suolo o nelle falde in prossimità di un punto di scarico non sempre lo indica automaticamente come fonte della contaminazione.

5. COLLOCAZIONE DELLE OPERE DI BONIFICA

Una volta identificata la fonte, è possibile procedere con diverse tecnologie delle quali le più utilizzati e sono quelle che comportano il posizionamento di pozzi barriera per l'estrazione di acque e il lavaggio dei terreni.

Lo studio geologico per il posizionamento di queste opere potrà seguire il criteri elencati successivamente, basandosi o su una dettagliata analisi della struttura del territorio, o su modelli matematici.

a) Analisi della struttura idrogeologica

La ricostruzione mediante cartografie e sezioni della struttura idrogeologica consente di evidenziare l'andamento dei corpi acquiferi e dei diaframmi meno permeabili.

Nel caso in cui si possiedano anche molti dati sui parametri idrogeologici, è possibile comprendere con sufficiente immediatezza quale può essere la distribuzione dei contaminanti nelle falde, e avere anche un'idea delle concentrazioni e del flusso degli inquinanti nei diversi acquiferi, tenendo presente che le contaminazioni si propagano con maggiore facilità in quelli più permeabili; dipenderà solamente dalla interconnessione con gli acquiferi direttamente soggetti alla contaminazione se un settore sarà o meno interessato dal degrado.

Una buona ricostruzione di tipo tradizionale della struttura idrogeologica permette quindi solitamente di comprendere gli aspetti salienti delle modalità di sviluppo di un inquinamento.

b) Modelli matematici

I risultati ottenuti con la sola ricostruzione della struttura non sono di norma sufficienti in un progetto che richiede la previsione dei costi e dei tempi, dei costi e delle modalità del disinquinamento.

E' pertanto richiesta una più precisa valutazione del flusso del contaminante negli acquiferi, possibile solo con la simulazione dell'acquifero e del comportamento delle falde.

Su quest'ultimo punto è utile precisare che nella predisposizione dei modelli matematici ha grande rilievo la corretta distribuzione dei principali parametri idrogeologici; una imprecisa attribuzione dei valori di trasmissività, permeabilità, dimensione delle sezioni di flusso, può essere tollerata per i comparti dell'acquifero che non incidono sulla circolazione idrica nel sistema. Quando invece gli errori interessano settori e strutture di grande importanza per l'entità delle portate che li attraversano e dei fenomeni che condizionano, il modello risulta inadatto a simulare la circolazione idrica sotterranea, perché gli errori si ripercuotono sul comportamento dell'intero sistema.

Appare quindi evidente che l'utilizzo della sola analisi idrogeologica o dei soli modelli non permettono risultati concreti e definitivi, e che solo l'impiego integrato di queste tecniche e di altre (fondamentali quelle idrochimiche), consente il raggiungimento degli obiettivi di salvaguardia ambientale compatibilmente con le disponibilità economiche.

5.1 Ubicazione delle opere di decontaminazione

Il procedimento più consigliabile comporta:

- a) calcolo della permeabilità globale massima e delle permeabilità globali nelle diverse direzioni del sistema, nonché del tensore delle portate del sistema; identificazione delle strutture che determinano le caratteristiche della circolazione idrica sotterranea, anche sulla base della piezometria
- b) costruzione del modello idrogeologico
- c) valutazione delle portate unitarie della falda non contaminata e delle portate unitarie della falda contaminata
- d) valutazione della ripartizione della concentrazione dell'inquinante nelle falde
- e) calcolo del flusso di inquinante nelle diverse parti della struttura
- f) posizionamento delle opere di decontaminazione nei punti in cui a flusso inquinante maggiore corrisponde un prelievo minore di acque non contaminate.

Si ricorda che, una volta determinato il tipo di intervento e la sua collocazione, è necessaria la predisposizione di un piano di monitoraggio idrochimico e piezometrico delle falde affinché nel corso delle operazioni di decontaminazione, si mettano in atto le salvaguardie contro le accidentali contaminazioni delle acque prodotte dal disinquinamento, e nello stesso tempo si possa verificare l'efficacia degli interventi.

CONCLUSIONI

Si ritiene che la procedura per un efficace piano di disinquinamento debba prevedere la stesura di un quadro di sintesi dello stato delle risorse idriche, basato sulle attuali conoscenze, riassunte in una cartografia dei centri di pericolo e dei rischi. Il rapporto dovrebbe delineare le caratteristiche fondamentali dei centri potenziali produttori di inquinamento, e indicare gli obiettivi da raggiungere per la messa in sicurezza e il recupero, nonché i costi e i tempi previsti per gli interventi.

Sulla base di tale documento, risulterà possibile la scelta delle priorità e la predisposizione dei relativi progetti.

A tal fine la pianificazione del disinquinamento a livello provinciale può essere svolta nell'ambito della progettazione degli approvvigionamenti idrici (cioè dei piani regionali sulle acque); se svolti in tale ambito, i piani di disinquinamento potranno essere abbinati a quelli degli sviluppi delle reti acquedottistiche, permettendo scelte più razionali nella priorità delle aree da recuperare e da proteggere. Tale approccio, che nel caso della provincia di Milano vedrebbe anteporre la soluzione del problema dei nitrati e successivamente quello dei solventi clorurati a tutti gli altri, permetterebbe quanto meno di conservare la disponibilità delle riserve idriche nelle aree in cui avviene attualmente lo sfruttamento.

Una estensione sia pure graduale delle aree contaminate porterebbe invece a dover affrontare il grave problema della ricollocazione delle captazioni e dell'attingimento da fonti non sempre sicure (come le acque superficiali) e molto lontane dai centri urbani più importanti, con elevato aggravio dei costi dell'approvvigionamento idrico per gli acquedotti e per gli utenti, che previsioni basate su analogie con altre aree europee fanno ritenere prossimo ad alcune migliaia di lire per metro cubo.

Appare inoltre importante che si proceda con la pianificazione dei vincoli da porre sul territorio a protezione delle falde, che dovrà essere graduale e fondata sulle indicazioni fornite da una cartografia a livello regionale delle caratteristiche idrogeologiche del territorio e dei rischi di contaminazione delle acque sotterranee. Infine è indubbia la necessità che una adeguata sperimentazione sorregga la fissazione delle modalità con le quali si deve procedere a stabilire i limiti della decontaminazione per acque e soprattutto terreni.

Appare idonea alla Provincia di Milano la concezione di tali operazioni indicata dall'E.P.A., che porterebbe a considerare predominante la necessità che, per ogni sito, vengano adottati i limiti che permettano di garantire la sicurezza delle falde dalle contaminazioni. A tal fine, dal momento che esistono procedure di calcolo idonee alla soluzione del problema già diffuse e note in letteratura, è importante che tali modalità di indagine vengano sperimentate e verificate nella loro funzionalità.

Dal momento che le attuali conoscenze tecniche in campo professionale garantiscono la possibilità di una rapida stesura di questi documenti, vi è da ritenere che con il coordinamento che regioni e province possono garantire, sia possibile esaurire la fase pianificatoria ed affrontare quella operativa in tempi ragionevolmente brevi, compatibili con le esigenze di un recupero efficace e a costi contenuti.

BIBLIOGRAFIA

Avanzini M. e Beretta G.P. (1992): Il sistema idrodinamico "falda-cava" in relazione con la struttura idrogeologica. I Convegno Nazionale dei Giovani ricercatori in Geologia Applicata, Gargnano (BS), a cura di A. Cancelli. Università degli Studi di Milano, Dip. Scienze della Terra.

Celico P. (1988): Prospezioni idrogeologiche, Liguori, Napoli.

Chiesa G. (1988): Inquinamento delle acque sotterranee. Hoepli, Milano.

Domenico e Schwartz (1989): Physical and chemical Hydrogeology, Wiley, New York.

Ministero per l'Agricoltura-C.E.R.(AA.Vari, 1990) : Po Agricolturambiente , ed. Il Mulino, Bologna.

Kinzelbach W. (1986): Groundwater Modeling, Elsevier, Amsterdam.

Schneebeli G. (1978): Hydraulique souterraine, Eyrolles, Paris.

Strack O.D.L. (1989): Groundwater Mechanics, Prentice-Hall, Englewood City (New Jersey).

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI E DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

Guido Rosti ()*

INTRODUZIONE

Fra le principali competenze in campo ambientale della Provincia di Milano spicca per importanza quella proveniente dalla L.R. 62/85 (Titolo IV) riguardante " la bonifica delle falde idriche utilizzate a scopo potabile".

Nonostante il tempo trascorso dall'entrata in vigore di tale legge, vuoi per problemi legati alla difficoltà di attuazione, in particolare per quanto riguarda l'individuazione incontestabile dell'inquinatore, vuoi per problemi di organizzazione interna degli uffici preposti, gli interventi di bonifica vera e propria sono stati limitatissimi anche se si è effettuata una notevole mole di lavoro riguardante gli studi e gli approfondimenti tendenti ad identificare i focolai inquinanti su scala provinciale.

Per dare maggiore impulso all'attività vera e propria di bonifica e decontaminazione soprattutto in presenza di un quadro generale pesantissimo per la presenza di numerosi e pericolosi inquinanti (solventi, metalli pesanti, pesticidi, etc.) nonchè in relazione alle nuove, recentissime competenze attribuite dal D.L. 04/08/93 N.274 attuativo delle indicazioni referendarie in tema ambientale, l'Assessorato all'Ambiente della Provincia oltre a sviluppare con maggiore decisione la funzionalità del Sistema Informativo Falda, ha adottato nuove strategie d'intervento ,sia con la ristrutturazione degli uffici preposti e l'acquisizione di personale specificatamente qualificato, sia con la realizzazione di una convenzione con la sezione Geologia Applicata (D.S.T.M.) del Politecnico di Milano diretta dal Prof. Vincenzo Francani che si concretizza da un lato con un supporto scientifico-applicativo nella redazione dei piani d'intervento, dall'altro con la realizzazione di tesi di laurea a carattere idrogeologico presso gli uffici provinciali sulle tematiche di carattere conoscitivo.

Nel presente intervento verranno pertanto sviluppati i due filoni operativi strettamente connessi costituiti da un lato dalla razionale raccolta ed organizzazione dei dati disponibili e dall'altro dalla vera e propria attività d'intervento idrogeologico vera e propria.

A) IL SISTEMA INFORMATIVO COME STRUMENTO DI CONOSCENZA

Affrontare il problema della conoscenza dello stato di degrado delle risorse idriche di un territorio risulta la prima inderogabile necessità per chiunque voglia affrontare con serietà e correttezza il problema del risanamento ambientale.

In qualsiasi campo e soprattutto in quello della salvaguardia ambientale risulta infatti assolutamente fondamentale identificare tutto quanto viene realizzato in un certo territorio e soprattutto dove sono localizzate quelle enormi quantità di dati che, originate anche da forte impegno professionale ed economico , risultano inutilizzabili allorché vanno a giacere in archivi inaccessibili dopo che si è esaurito il loro impiego primario.

Nel campo delle acque sotterranee e' stata da tempo sottolineata l'esigenza della disponibilità di una banca-dati che costituisca il fulcro di tutto il sistema di conoscenze disponibili, soprattutto in un territorio quale è quello milanese.

L'importanza della disponibilità di una Banca dati in campo idrogeologico è stata da tempo sottolineata considerando le diverse finalità di applicazione e complessità di hardware e software; a tal proposito si vedano Beretta G.P., 1981, Beretta G.P., Colombo F., 1991, De Wrachien D., 1986, Francani V., Beretta G.P., Colombo F., 1991, Tangorra F., Troisi S., Vurro M., 1987.

Il Sistema Informativo per la Falda della Provincia di Milano (SIF) si pone pertanto come visto quale primo obiettivo la raccolta l'organizzazione e, laddove possibile, l'elaborazione di tutti i dati di

(*) Dirigente Unità Operativa Tecnica Progetti Speciali - Assessorato all'Ambiente - Provincia di Milano.

natura idrogeologica disponibili presso i vari Enti che ne sono in possesso ruotando sul coordinamento centrale della Provincia di Milano. Ciò è anche in linea con quanto previsto da recentissime normative statali in materia di acque pubbliche (L.12/07/93 N. 275) nel cui testo fra l'altro all'art.2 si fa riferimento alle "modalità per l'accesso ai sistemi informativi delle amministrazioni e degli Enti pubblici e per l'interscambio dei dati ,finalizzati al controllo del sistema delle utilizzazioni e dei prelievi nonchè per garantire adeguate forme di informazione al pubblico.....".

Una tale ricchezza di documentazione che rimarrebbe al contrario solo chiusa in archivi inaccessibili diviene così ,dopo le opportune validazioni, un bene comune, consultabile e disponibile per tutti coloro che, pubblici e privati, sono direttamente o indirettamente coinvolti nello sforzo di salvaguardia e risanamento ambientale e ciò anche alla luce delle nuove normative nazionali tendenti alla massima divulgazione possibile dei dati esistenti presso gli Enti pubblici. Tale idea comincio' a concretizzarsi intorno ai primi anni '80 quando alcune normative regionali in materia di falda indicarono la Provincia quale centro di raccolta , di organizzazione e di coordinamento di tutte queste informazioni.

E' così' che tutta l'immensa mole di dati esistenti ma spezzettati negli uffici di vari Enti, comincio' lentamente a confluire verso un unico centro di raccolta dove ora viene opportunamente organizzata. Il Sistema Informativo per la Falda della Provincia di Milano si pone pertanto come primo obiettivo la raccolta l'organizzazione e laddove possibile , l'elaborazione di tutti i dati di natura idrogeologica disponibili presso gli Enti che ne sono in possesso ruotando sul coordinamento centrale della Provincia di Milano (U.O. Tecnica Progetti Speciali).

Oggi tale sistema nonostante le numerosissime e ben immaginabili difficoltà tecnico-organizzative comincia a dare i suoi frutti rappresentati da studi, pubblicazioni e raccolte di dati sia sulle caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei, sia sulla situazione di sfruttamento, o meglio di sovrasfruttamento degli acquiferi milanesi.

Esaminiamo ora la struttura, le caratteristiche e le prospettive di sviluppo di questa struttura di conoscenza idrogeologica destinata ad una sempre piu' avanzata tutela delle falde milanesi.

1) RIFERIMENTI NORMATIVI

La legge 319/76 , aveva sottolineato (art.4 par.d) che le Regioni avrebbero dovuto effettuare il rilevamento dei corpi idrici sotterranei avvalendosi degli uffici provinciali.

La regione Lombardia applicava tale norma con la L.R. 32/80 che integrata poi dalle L.R. 58/84 e 62/85 demandava alle Province l'esecuzione delle operazioni di rilevamento delle caratteristiche dei corpi idrici sotterranei nel rispetto dei criteri generali e delle metodologie di cui all'allegato 1 alla deliberazione 4/2/77 del Comitato interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento.

In base a tale deliberazione al punto E) "Falde acquifere sotterranee" si precisava che si sarebbe dovuto effettuare puntuale caratterizzazione relativamente ai seguenti aspetti:

- 1) Modalità e condizioni di alimentazione e di deflusso,
- 2) Proprietà idrogeologiche e dimensioni,
- 3) Caratteristiche idrodinamiche,
- 4) Caratteristiche qualitative.

L'articolo sopracitato al punto 2) definiva poi che le Province per effettuare tali compiti avrebbero dovuto avvalersi dei Presidi Multizonali d'Igiene e Prevenzione, mentre al punto 4) si precisava che sarebbero stati acquisiti i dati prodotti da altri Enti che ne fossero in possesso (Acquedotti pubblici, Consorzi irrigui, etc.).

Si arriva così' al 1986 con la stipula della tuttora vigente convenzione fra gli Enti che la Provincia aveva individuato quali partners per la costituzione della "Banca dati" e precisamente l'USSL 75/III da cui dipende il P.M.I.P. di Milano, e il Consorzio per l'Acqua Potabile gestore della maggior parte degli acquedotti milanesi. Col Comune di Milano, Settore Acquedotto si instaurava tuttavia un rapporto solo ufficioso senza il tuttora auspicato coinvolgimento diretto nella Convenzione.

Per concludere i riferimenti normativi va ricordato che la legge per le Autonomie Locali N. 142/90, esaminando all'art.15 i compiti di programmazione della Provincia specifica al punto 2.c. che

debbono essere indicate "...le linee d'intervento per la sistemazione idrica , idrogeologica ed idraulico forestale ed in genere per il consolidamento del suolo e la regimentazione delle acque...."competenza questa che presuppone ovviamente importanti e ben organizzate strutture di documentazione. In aggiunta a cio' l'art 19 al punto d) riconferma che saranno affidate alla futura Area Metropolitana "...difesa del suolo, tutela idrogeologica tutela e valorizzazione delle risorse idriche, smaltimento dei rifiuti etc...."

2) FUNZIONALITA' ED OPERATIVITA' DEL SISTEMA

Vediamo ora quale e' l'attuale struttura del sistema ed il suo grado di funzionalita'(Fig.1 e Fig.2). Innanzi tutto bisogna sottolineare che l'intero sistema ruota intorno al coordinamento della Provincia di Milano.Tale attivita' e' principalmente svolta dall'U.O. Tecnica Progetti Speciali per quanto riguarda l'operativita' effettiva del sistema mentre l'U.O. Amministrativa Progetti Speciali ne cura le implicazioni piu' propriamente amministrativo-legali, il tutto sotto la supervisione dell'Ingegnere Coordinatore .

All'interno dell'amministrazione provinciale esistono poi varie U.O. che per aspetti diversi hanno a che fare con dati di natura idrogeologica quali fra gli altri le U.O. Acqua 2, Discariche, etc.

Da tali fonti provengono anche dati riguardanti ad es:

- Censimento dei pozzi industriali ed agricoli
- Quantitativi d'acqua sollevati annualmente in tali pozzi.

Un'altra attività che sarà in grado di fornire interessanti informazioni idrogeologiche e che si affianca alla rete di monitoraggio costituita da 182 piezometri, è quella relativa alla predisposizione di una rete automatizzata di rilevamento delle falde profonde che monitora in continuo piezometria, temperatura e conducibilità (Fig.3). Tale progetto sperimentale appena iniziato si prefigge oltre all'acquisizione di dati ed informazioni anche di conoscere in tempo reale dal centro di controllo presso gli uffici provinciali la situazione dei vari nodi installati.

Passiamo ora ad esaminare gli Enti esterni che collaborano con la Provincia in questo Sistema informativo, nonché la tipologia dei dati da essi forniti:

Presidio Multizonale di Igiene e Prevenzione

Fornisce i referti delle analisi dei campioni d'acqua provenienti da pozzi d'uso potabile , pubblici e privati, e dalla rete di distribuzione , prelevati dalle varie USSL , comprendenti una serie di parametri definiti dalle normative vigenti (DPR 236/88)e riguardanti il controllo di potabilità delle acque destinate al consumo umano.I campioni si riferiscono a tutte le analisi effettuate semestralmente dal P.M.I.P., comprendenti inoltre quelle specifiche relative al reticolo regionale di controllo e monitoraggio della falda costituito da 182 pozzi, pubblici e privati, individuati sul territorio provinciale e tenuti costantemente sotto particolare osservazione.

Consorzio Acqua Potabile

Il CAP fornisce oltre a preziosa collaborazione nella gestione del Sistema anche i dati piezometrici rilevati sui 182 pozzi della rete provinciale di monitoraggio, nonché i quantitativi di prelievi nelle proprie centrali di sollevamento.

Altri dati che saranno prossimamente disponibili presso il Consorzio sono quelli rappresentati dalle caratteristiche strutturali ed idrogeologiche di tutti i pozzi censiti (stratigrafie) e caricati sempre su computer.

Comune di Milano (Servizio Acquedotto).

Misura e trasmette tutte le piezometrie relative ai pozzi inseriti nella rete di rilevamento regionale.

Fornisce inoltre dati analitici e stratigrafici riferiti ai pozzi di tutte le centrali.

Esistono inoltre altre strutture che affiancando e, integrandosi con il ruolo di coordinamento

provinciale consentono, l'effettuazione delle scelte strategiche permettendone una corretta realizzazione.

Ci si riferisce ai "Gruppi di lavoro" costituiti da rappresentanti degli Enti convenzionati e così strutturati:

Gruppo di coordinamento .

E' il principale organismo collegiale nel quale vengono effettuate le scelte di carattere organizzativo nonché gli obiettivi verso cui si ritenga prioritario dirigere tutte le risorse disponibili. Presieduto dall'Assessore all'Ambiente raccoglie i rappresentanti dei rispettivi organismi deliberativi dei vari Enti che vengono anche affiancati dai singoli responsabili coinvolti.

Sottogruppi operativi.

Sono al momento due creati per affrontare rispettivamente le tematiche relative all'Informatica (flussi di dati, attrezzature hardware, software, etc.) ed alla realizzazione del catasto pozzi (cartografia, procedure, codifiche, etc.).

Tali strutture costituite dagli esperti in materia dei vari Enti devono fornire risposte operative per realizzare le indicazioni definite in precedenza dal Gruppo di coordinamento .

3) PRINCIPALI PROBLEMATICHE DI CARATTERE FUNZIONALE

Relativamente ai buoni risultati si rileva nel contempo che molte problematiche, fra cui in particolare quelle di natura informatica, hanno pesantemente condizionato il corretto avvio delle procedure.

La risoluzione di tali problemi risulta infatti ormai assolutamente improcrastinabile poiché condiziona l'effettiva messa in funzione del sistema che corre sempre più il rischio di bloccarsi definitivamente con prevedibili e gravissimi risvolti negativi sia tecnici che d'immagine.

E' pertanto per una notevole preoccupazione riguardante la corretta funzionalità di tutto il sistema nel suo complesso che si sente la necessità di esporre di seguito le principali problematiche esistenti, che dovranno essere al più presto risolte anche con la collaborazione e lo sforzo comune.

Partecipazione di nuovi Enti.

Come noto e' ormai prossima l'entrata in funzione dei nuovi PMIP di Lodi, Monza e Parabiago, i quali in tempi diversi sostituiranno quello di Milano per le rispettive aree di competenza .

Ovviamente ciò costituisce un panorama nuovo relativamente ai soggetti coinvolti e pertanto e' già stata predisposta una nuova bozza di convenzione che prevede anche il definitivo ed ufficiale coinvolgimento del Comune di Milano.

Tale bozza discussa in sede di gruppo di lavoro presenti numerosi Amministratori dei vari Enti ed adattata secondo le varie richieste e' ora all'esame dei vari consigli per le relative delibere .

Oltre ai risvolti puramente amministrativi e' importante sottolineare che tale cooptazione comporterà una estrema complicazione dei flussi informatici di dati chimici ora provenienti unicamente dal PMIP di Milano.

Resta inoltre l'incognita delle modalità organizzative e dei rapporti con le nuove strutture che gestiranno le competenze ambientali precedentemente svolte dalle USSL.

Effettuazione di analisi presso altri soggetti.

Alcune circolari della Regione Lombardia consentono agli Enti gestori degli acquedotti di effettuare le analisi da pozzo a proprio carico anche presso laboratori privati e ciò per ottenere un continuo monitoraggio ed evitare l'immissione in rete di acque contaminate.

Ciò comporterebbe oltre ad una possibile disomogeneità dei dati dovuta ad esempio alle caratteristiche strumentali, anche l'eventualità di perdita degli stessi dati e comunque una maggior difficoltà nel loro reperimento e nel loro utilizzo.

E' inoltre opportuno che tutte le analisi effettuate anche dai laboratori privati confluiscono nel sistema

per evitare ulteriore dispersione di informazioni, cosa che al momento non avviene.

Si viene inoltre a verificare un fatto estremamente preoccupante in quanto tutte le indicazioni legislative sembrerebbero spingere ad effettuare le analisi su campioni di rete anzichè su acque provenienti da pozzo. Se ciò dal punto di vista sanitario garantisce un sempre maggior controllo dell'acqua realmente immessa in rete e distribuita, dall'altro impedisce una corretta conoscenza della situazione reale degli acquiferi e delle sue variazioni temporali ed areali.

Sarà indispensabile che tutti i referti relativi ai campioni d'acqua (sia risultata potabile che, soprattutto, non potabile) vengano caricati sul sistema poichè è indispensabile, per una corretta valutazione del grado d'inquinamento, che tutti questi dati possano essere attentamente considerati nel loro complesso.

Accesso al sistema.

Col procedere dell'operatività e quindi col funzionamento a regime del sistema si farà sempre più pressante la richiesta da parte di soggetti esterni pubblici o privati di poter consultare la base dati disponibile anche in aggiunta alle pubblicazioni divulgative che verranno predisposte.

Sarà quindi indispensabile che venga predisposta dall'Amministrazione una precisa regolamentazione di tale accesso per consentire da un lato il grado di pubblicizzazione desiderato e per garantire dall'altro la necessaria correttezza.

Resta infatti fermo il fatto che oltre alle pubblicazioni via via disponibili potranno essere divulgati unicamente dati di cui sia stata accertata la completa validità.

Memorizzazione archivio storico PMIP

Non si vuole entrare qui nel dettaglio delle vaste problematiche legate al sistema di memorizzazione analisi utilizzato presso il laboratorio di Milano fino all'aprile 1993 (SILA) e nato inizialmente per scopi di semplice refertazione e fatturazione.

Al di là quindi delle situazioni operative interne a quell'Ente ci preme soprattutto che i dati storici confluiti sul sistema siano corretti e confacenti con le caratteristiche richieste.

E' pertanto solo il caso di ricordare che è stata effettuata una specifica analisi di tali dati essenzialmente per un loro corretto utilizzo omogeneamente con quello dei dati ricavati dal nuovo Sistema informativo attivato presso il PMIP.

Codici pozzi

I codici attribuiti ai singoli pozzi sono stati costruiti e strutturati in modo tale da offrire massime garanzie di inconfondibilità e completezza d'informazione.

Sono state anche predisposte opportune variazioni specifiche per il Comune di Milano già ufficialmente fatte proprie dal settore acquedotto.

Le codifiche così predisposte, che dovranno essere obbligatoriamente assegnate a ciascun pozzo censito, diventeranno così l'identificatore univoco di quel punto di prelievo anche nelle varie trattazioni di carattere amministrativo.

Ristrutturazione rete di monitoraggio.

A seguito del variare delle condizioni esistenti presso i vari nodi della rete di monitoraggio (chiusure, cambi d'indirizzo o proprietario, etc.) risulta indispensabile definire procedure automatiche per l'adeguamento costante alle nuove condizioni. In particolare si ritiene opportuno apportare solo le modifiche assolutamente indispensabili (pozzi cementati) mantenendo invece il più possibile nel monitoraggio tutti i punti predefiniti anche in presenza di turbative momentanee (messa in spurgo, temporanea disattivazione, etc.) e ciò per consentire il più possibile il mantenimento delle serie storiche già accumulate.

La rete attualmente predisposta è costituita da 182 pozzi che si possono suddividere in tre categorie: pozzi che captano l'acquifero superficiale o comunque un acquifero continuo (monostrato), quelli che captano solo acque profonde di falde isolate dalla superficie e pozzi misti.

Per effettuare opportune comparazioni ed approfondimenti di natura idrogeologica fra essi risulta

quindi indispensabile raggrupparli in sottoreti omogenee distinte a seconda degli acquiferi interessati. La comparazione fra i vari risultati potrà quindi fornire interessanti indicazioni sui meccanismi idrogeologici in atto. A tale proposito saranno estremamente utili i risultati conseguiti da alcuni laureandi in geologia che stanno svolgendo, nel contesto della nuova convenzione stipulata col Politecnico, tesi di laurea presso gli uffici provinciali riguardanti fra l'altro, anche tali tematiche.

E' in corso infine una progettazione sperimentale per predisporre punti di misura in continuo mediante rilevatori automatici (piezometria, conducibilità, temperatura).

Tale sperimentazione, risulta di particolare interesse per la eventuale successiva e progressiva sostituzione dei rilevamenti oggi manuali, nonché per verificare procedure di trasmissioni automatiche di dati on line.

Aggiornamento catasto pozzi pubblici e privati.

E' già stato pubblicato l'aggiornamento al dicembre 1991 del primo elenco dei pozzi pubblici pubblicato nel 1989. Si è inoltre provveduto anche a dare il via all'aggiornamento del catasto pozzi privati, al momento estremamente parziale con l'ausilio dell'ufficio geologico del PMIP di Milano nonché delle singole USSL, in particolare quelle sedi di nuovo PMIP. Tale aggiornamento dovrebbe trovare un significativo impulso da quanto previsto dal recentissimo decreto legislativo 12/07/93 N.275 avente per titolo "Riordino in materia di acque pubbliche" il quale all'Art.10 prevede che "Tutti i pozzi esistenti a qualunque uso adibiti, ancorchè non utilizzati, sono denunciati dai proprietari, possessori o utilizzatori alla Regione nonché alla Provincia competente per territorio, entro 12 mesiomissis".

Per quanto riguarda la localizzazione geografica su coordinate Gauss-Boaga (indispensabile per l'utilizzo dei dati in cartografia automatica) dei punti di prelievo si dovrà procedere, compatibilmente con le disponibilità sia economiche che di personale, mediante digitalizzazione.

4) ATTIVITA' IN CORSO

Da quanto sopra esposto si evidenzia che l'attività del Sistema Informativo Falda si sviluppa sostanzialmente lungo le seguenti direttrici principali:

A) Coordinamento operativo.

All'interno di questo filone si svolgono tutte quelle attività indispensabili alla funzionalità corretta del Sistema ed alla sua sopravvivenza.

Ci si riferisce in particolare oltre alla progettazione e proposta delle scelte strategiche anche all'organizzazione degli incontri di lavoro inter-Enti nonché a quelli di indirizzo programmatico unitamente all'Assessore all'Ambiente.

B) Ricerca e divulgazione

E' l'attività che maggiormente appare verso l'esterno in quanto si concretizza con la pubblicazione di studi e ricerche effettuate sulla base dati disponibile sia con cadenza regolare sia per specifiche esigenze quali ad esempio la scadenza di deroghe o situazioni particolari d'inquinamento.

C) Supporto tecnico

Rappresenta il filone che maggiormente necessita di sviluppo soprattutto in relazione al livello di funzionalità di tutto il Sistema.

Come si vedrà più oltre costituisce ovviamente il principale punto di partenza per l'attività di bonifica idrogeologica svolta in parallelo.

Si può prevedere inoltre un supporto verso tutti gli uffici che nell'Ente o presso i soggetti consorziati svolgono attività che necessita di conoscenze di natura idrogeologica.

5) PROSPETTIVE DI SVILUPPO DEL SISTEMA

Come visto il sistema nel suo complesso inizia ora la sua operatività anche se non si può ancora parlare di funzionamento a regime. Questo sarà pertanto l'obiettivo primario che ci dovremmo porre ammesso che si riescano a superare tutte le difficoltà in parte sovraesposte e che soprattutto tutti gli Enti coinvolti, vecchi e nuovi, collaborino realmente e fattivamente in questa direzione.

L'obiettivo successivo sarà quello di riuscire ad ottenere dal sistema quel grado di conoscenza e quella funzionalità che sono assolutamente indispensabili per affrontare e possibilmente risolvere tutti quei fenomeni d'inquinamento presenti negli acquiferi milanesi.

In particolare dovrà essere efficiente la possibilità di accesso al sistema da parte dei soggetti interni ed esterni quali ad esempio USSL e amministrazioni comunali utilizzando per la trasmissione sia supporti cartacei che, preferibilmente magnetici così da consentire agli interessati ulteriori elaborazioni ed integrazioni su semplici Personal Computer.

Dovrà inoltre essere particolarmente sviluppato il progetto di cartografia tematica sia a livello regionale che su specifici e locali casi d'inquinamento da parte di varie sostanze.

6) ESEMPI DI RISULTATI CONSEGUITI

Dopo i primi studi realizzati (Rete di monitoraggio anni 1987/1991 - analisi sui Nitrati 1991) per verificare da un lato l'operatività del sistema ed iniziare dall'altro tale attività divulgativa si sta passando ora ad una produzione che si spera sarà sempre più omogenea e ben definita.

Per quanto riguarda ad esempio le caratteristiche di sfruttamento degli acquiferi è stato avviato un progetto di valutazione annuale del sollevamento pubblico e privato che si è concretizzato con le due prime pubblicazioni relative agli anni 1989 / 1990.

È emerso, nonostante le complesse ed immaginabili problematiche relative al reperimento ed alla validazione dei dati, un quadro che si stima sufficientemente preciso della situazione. Da tale quadro si rileva che i prelievi idrici nel milanese si aggirano intorno al miliardo di mc/anno con una distinzione di circa il 67 % per quelli pubblici e del 33 % per quelli privati.

Ci si augura che tali indagini possano procedere annualmente consentendo anche raffronti di carattere storico.

Sempre nel contesto delle caratteristiche quantitative la rete di monitoraggio predisposta i cui risultati vengono pubblicati annualmente dal 1987, ha potuto consentire valutazioni storiche che ci hanno permesso di rilevare un sensibile e diffuso abbassamento degli acquiferi che in talune zone quali ad esempio quelle del Nord Milano ha raggiunto anche 4 metri in 5 anni.

Nel 1992 è stato poi realizzato l'aggiornamento del catasto dei pozzi pubblici arricchito con statistiche e raffigurazioni della distribuzione areale dei punti di captazione.

Relativamente alle caratteristiche qualitative dopo la prima individuazione delle aree maggiormente compromesse da nitrati si è rivolta l'attenzione ai composti organo-alogenati pesantemente presenti nelle acque di falda.

In Lombardia il problema si è sviluppato principalmente alla fine degli anni '70. Tale presenza ha interessato numerose zone, così che praticamente esiste ormai nelle falde più vulnerabili una "concentrazione di fondo".

La realizzazione è stata effettuata con la collaborazione non solo degli Enti convenzionati ma anche, per la parte riguardante la cartografia tematica, del Dipartimento di Sistemi di Trasporto e Movimentazione del Politecnico di Milano, ed ha rappresentato il primo momento della collaborazione successivamente evolutasi nella convenzione più volte citata. Lo studio che è stato eseguito è stato concepito come una fase preliminare di trattamento dei dati idrochimici sino a questo punto raccolti.

Un primo risultato, utilizzabile in fase di programmazione territoriale, consiste nell'aver individuato e caratterizzato l'estensione delle aree critiche, in cui la concentrazione media della contaminazione supera i valori imposti dalle normative.

Per queste aree si rendono inoltre necessari interventi di risanamento urgenti.

Senza volere entrare nel dettaglio delle singole situazioni, emerge un quadro sostanzialmente chiaro ed indicativo su scala regionale della situazione esistente relativa a tali inquinanti.

In particolare preoccupante è il livello raggiunto in talune circoscritte aree quali in particolare quello di Rho, Garbagnate, Arese, Cormano, Lainate e nella zona Est-Nord/Est Monza, Villasanta, Agrate, che costituiscono le localizzazioni storiche di questi come di altri inquinanti.

Esistono poi aree isolate con punte d'inquinamento localizzate rispettivamente nei Comuni di Arluno, Assago, Melegnano ed anche se solo in parte Abbiategrasso dovute presumibilmente a fenomeni locali sia attuali che del recente passato.

Oltre a ciò è tuttavia anche preoccupante il livello diffuso d'inquinamento che si aggira mediamente intorno ai 15-30 ug/l e costituisce ormai come visto il "fondo" storico del livello d'inquinamento degli acquiferi milanesi fatto questo estremamente grave se si considerano i danni procurati alla salute da assunzioni basse ma prolungate nel tempo.

Interessante è poi notare che la maggior presenza relativamente ai singoli parametri ad un primo esame sembrerebbe sostanzialmente dovuta al Tetracloroetilene (45.9% su media provinciale), particolarmente originata invece dai valori altissimi registrati nelle USSL 64 Monza e nella 68 Rho.

Eccezion fatta per queste USSL il parametro più diffuso risulta invece il Tricloroetilene particolarmente presente in varia misura un po' dovunque.

Situazione di privilegio sembrerebbero avere al contrario le due USSL 55 (S. Angelo L.) e 76 (Rozzano) laddove tali sostanze risulterebbero pressochè inesistenti.

Pur mancando ancora dati sufficientemente dettagliati relativi al Comune di Milano, si può tuttavia sottolineare che tale area in seguito all'esteso e profondo cono di depressione qui localizzato si configura come area di recapito per tutte le sostanze contaminanti immesse in falda in un vasto settore della Provincia.

Altra importante pubblicazione ha esaminato tutti i dati piezometrici rilevati nella rete di monitoraggio provinciale, costituita da 182 pozzi, nel quinquennio 1987/1991.

Per quanto difficile poter trarre indicazioni corrette e confrontabili, riferite a pozzi che spesso sono riferibili a situazioni differenti, da tale esame sembra emergere con chiarezza un quadro decisamente preoccupante del livello piezometrico del quinquennio preso in esame.

Soprattutto nel Nord Milano e nella Brianza si rilevano infatti valori di decremento particolarmente elevati di circa 5/6 metri, mentre il resto della provincia, in diminuzione seppure con valori meno preoccupanti (1/3 metri), non trova certo compensazione dal debole incremento verificatosi in alcune zone limitate che, per quanto positivo, soprattutto nel caso del sud della città di Milano, risulta purtroppo estremamente esiguo, ma anche vanificato, come visto, dal fatto che per molti pozzi superficiali ormai abbandonati, ne sono stati perforati altrettanti ad alta profondità che sfruttano falde pregiate ancora poco utilizzate.

Dall'esame dei valori riferiti ai singoli acquiferi, sembra poi emergere un fenomeno interessante: si rileva infatti una maggiore tendenza percentuale al ricupero (o quanto meno una minor perdita) da parte delle falde profonde rispetto alle falde superficiali e ciò risulta poi particolarmente accentuato nel caso della soggiacenza minima dove gli abbassamenti più marcati (oltre i 5 metri di decremento) sono percentualmente più ricorrenti nella falda libera.

Relativamente alle oscillazioni stagionali ed ai periodi prevalenti di raggiungimento dei valori massimi e minimi, si rileva sia per gli uni che per gli altri una sostanziale distinzione in aree geografiche abbastanza definite di cui la prima più a nord, più limitata ma con una propaggine verso il capoluogo sempre presente mostra profondità minime in gennaio e massime intorno a novembre. La seconda comprendente tutta la parte centrale e meridionale dell'area considerata presenta al contrario minime profondità nella tarda estate e massime nella primavera. Tale fenomeno sembrerebbe ben correlarsi con la situazione irrigua che prende origine dal Canale Villoresi.

La linea di demarcazione teorica fra le due zone corrisponde infatti, grosso modo, all'andamento di questo importante canale che suddivide così una zona a nord con pochissime irrigazioni da una zona a sud servita da una fittissima rete di terziari e secondari e quindi ricchissima di acque.

Ad avvalorare tale ipotesi è inoltre la coincidenza dell'inizio dell'abbassamento in ottobre (dopo aver raggiunto la soggiacenza massima tra luglio e ottobre) sia con l'annuale asciutta del canale che si protrae da ottobre a novembre, sia con la conseguente assenza di irrigazioni nel periodo invernale che dura grosso modo fino alla primavera successiva.

Il Comparto Nord al contrario non soggetto a tale regolazione forzata presenta un andamento che si potrebbe definire più naturale, anche se più povero d'acqua, con minimi in gennaio e massimi in novembre-dicembre successivamente alle piogge autunnali.

Da ciò si comprende quale importanza rivestano le pratiche agricole nel sistema idrogeologico Lombardo. Da quanto sopra esposto con un tale abbassamento, più o meno generalizzato, della ipotetica tavola d'acqua, mediamente dell'ordine di 2/3 metri in cinque anni, su di una superficie così vasta come quella compresa fra Adda e Ticino, risulta evidente la dimensione del deficit del bilancio idrogeologico venutosi a verificare, il quale ben difficilmente, a questi ritmi potrà essere compensato in tempi brevi anche in presenza di anni meteorologicamente favorevoli.

B) ATTIVITA' DI BONIFICA IDROGEOLOGICA (L.R.62/85-TITOLO IV)

Essendo ormai pressochè operativo uno strumento prezioso come il Sistema Informativo sopra descritto al di là dell'utilizzo specificatamente scientifico-divulgativo si può finalmente effettuare l'impiego primario per il quale esso era stato concepito, impiego questo estremamente pratico trattandosi del suo utilizzo nel campo della bonifica degli acquiferi contaminati.

I dati di base di così semplice consultazione costituiscono infatti un substrato di conoscenze generali insostituibile in tutti quei casi di intervento sul territorio nei quali a seguito di specifica segnalazione da parte dell'USSL vengono attivate le procedure di bonifica idrogeologica previste dalla legge 62/85 (Titolo IV).

Cercherò ora di esporre l'organizzazione che ci si è ora data dopo i difficili primi anni di rodaggio per affrontare tali problematiche .

1) RIORGANIZZAZIONE DEGLI UFFICI PROVINCIALI

Considerato che, come visto, esisteva già all'interno dell'Amministrazione una struttura che operava in tema idrogeologico per il coordinamento del Sistema Informativo Falda, si è ritenuto opportuno riunire le due competenze all'interno della medesima struttura in modo tale che entrambi, assolutamente complementari, potessero omogeneamente integrarsi.

Ciò ha comportato necessariamente anche un'opportuno adeguamento del personale di tale U.O. di prossima realizzazione mediante l'acquisizione di professionalità geologiche specifiche che fossero in grado di sviluppare direttamente le fasi d'intervento.

Ciò consentirà di sviluppare in proprio gran parte di tali fasi ,in particolare per quanto riguarda lo studio preliminare, l'assistenza alla Direzione Lavori e di cantiere, il confezionamento degli elaborati tecnici. Si potrà pertanto limitare il supporto da parte dell'esterno agli interventi di geognostica specializzata e di cantiere vero e proprio nonchè a quei casi nei quali si renda assolutamente indispensabile un contributo di altissimo valore tecnico-scientifico.

Un tale tipo di organizzazione ci permetterà di gestire in prima persona la responsabilità dello studio prima e dell'intervento poi, offrendo garanzie di controllo diretto delle attività, nonchè favorendo la scelta di interventi idonei e specifici alle varie situazioni..

Parallelamente a ciò per trovare un supporto scientifico particolarmente elevato su tutta la materia in generale, l'Amministrazione ha stipulato ,come già precedentemente accennato, una convenzione quadro col Politecnico di Milano (DVTM-Sez.Geologia Applicata) che affiancherà i tecnici provinciali nelle scelte d'indirizzo scientifico sperimentando e realizzando linee guida standard da applicare ai vari casi di intervento.

Un primo esperimento di tale collaborazione si è concretizzato come visto, in modo estremamente positivo con la pubblicazione di un'indagine sui composti organo-alogenati che ha posto le basi per una conoscenza più puntuale di questi pericolosi e diffusi inquinanti.

Sempre nel contesto della convenzione sopracitata, altre forme di collaborazione si stanno concretizzando con la realizzazione di tesi di laurea su problematiche idrogeologiche sia di carattere generale che specifiche, presso gli Uffici provinciali realizzando un doppio beneficio sia per gli studenti del corso di laurea in Geologia, sia per gli uffici provinciali che acquisiscono così materiale utilissimo per l'accrescimento della potenzialità del Sistema nel suo complesso.

2) SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO IN AMBITI TERRITORIALI

La vastità del territorio provinciale ma soprattutto la variabilità dei fenomeni e la loro complessità ha suggerito una divisione per ambiti territoriali sostanzialmente omogenei, per i quali sono state

condotte specifiche indagini relative ai diversi inquinanti.

Gli ambiti territoriali così configuratisi sono stati denominati con i nomi dei comuni posti al centro del relativo comparto ambientale come segue:

- CAVENAGO B.,CAMBIAGO,;
- CARUGATE,BUSSERO,CERNUSCO S/N,CASSINA DE' PECCHI;
- BUSTO G.,CANEGRATE, CASOREZZO;
- ARESE,LAINATE,RHO;
- DESIO,GIUSSANO, SEREGNO;
- ABBIATEGRASSO;
- LIMBIATE,GARBAGNATE,CESATE;
- BOVISIO M.,DESIO , VAREDO;
- CINISELLO B.;SESTO S/G;
- RENATE , VEDUGGIO;

3) STUDI E PROGETTI REALIZZATI

Nel contesto degli ambiti territoriali sovraesposti e nonostante le carenze avute in passato di personale specializzato , gli uffici hanno affrontato comunque fino ad ora numerose richieste di intervento nel momento in cui a' sensi della normativa citata una USSL dichiarava inquinato un pozzo pubblico ad uso potabile.

In particolare appoggiandosi a supporti esterni, la Provincia ha predisposto un piano degli studi per ogni singolo ambito territoriale

Lo scopo di tali piani è stato quello di ottenere un primo quadro della situazione relativa agli inquinanti ed alla loro diffusione particolare.Si è così potuto identificare a grande scala un primo livello di localizzazione dei focolai e delle aree da essi contaminate (plumes).Da tale fase propedeutica si sta già passando alla successiva fase di indagine mirata per l'identificazione, il più possibile precisa, delle singole fonti e delle relative responsabilità.Ciò è indispensabile in quanto l'ottenimento del finanziamento regionale è sempre subordinato (ex lege 62/85) alla dichiarazione da parte della Provincia di rivalersi sui responsabili dell'inquinamento per il rimborso delle spese sostenute, sia per gli studi che per le operazioni di bonifica.Purtroppo solo in un caso di inquinamento da cromo VI nell'ambito territoriale di Carugate-Bussero-Cernusco si è ora in grado di poter identificare con sufficiente certezza il responsabile e si è potuti entrare nella fase di bonifica vera e propria.Negli altri casi bisognerà attendere le risultanze degli interventi geognostici ed analitici già programmati.

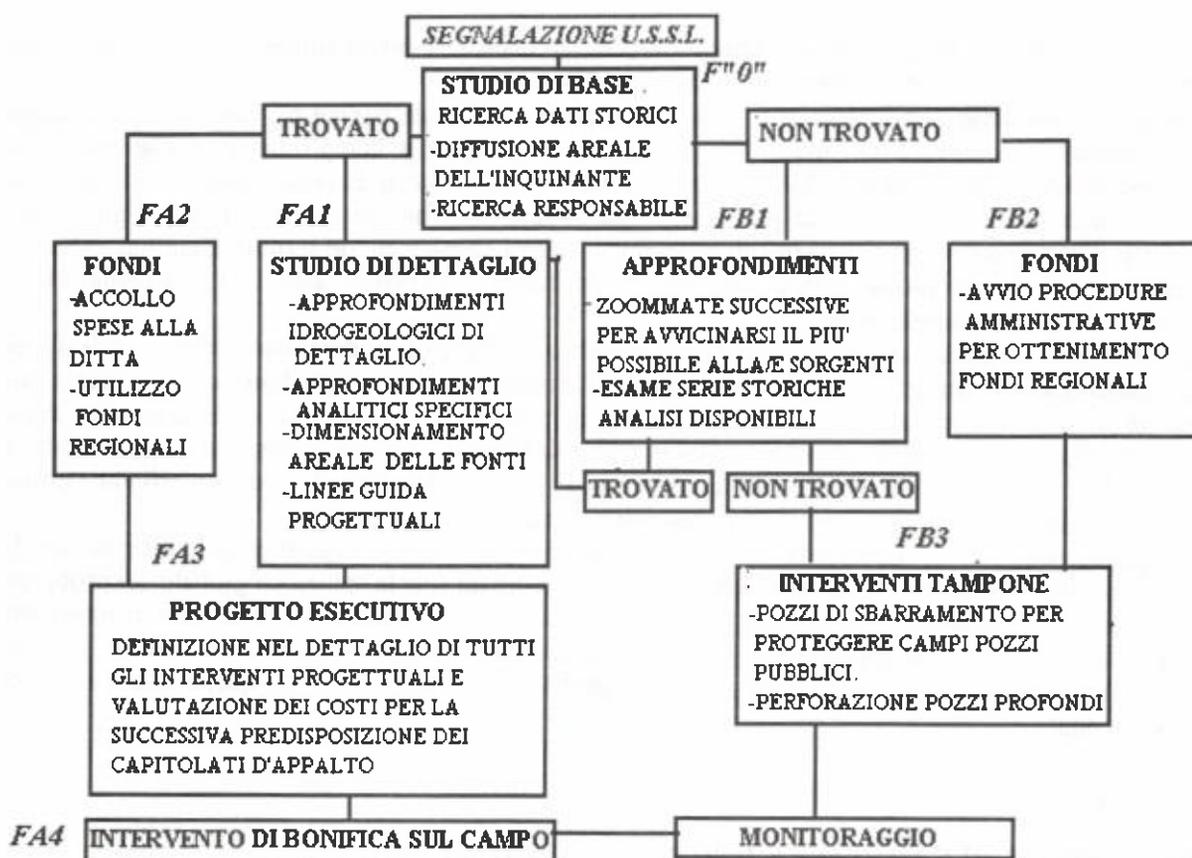
Corre l'obbligo tuttavia di menzionare anche un altro progetto di bonifica seguito in passato personalmente dall'Ingegnere Coordinatore e relativo a solventi organici nell'area di Garbagnate per il quale sono state proficuamente sperimentate tecniche di strippaggio ad opera e spese della stessa ditta responsabile.

Altro intervento importante sul territorio provinciale, realizzato però direttamente da un'USSI (60 Vimercate) ha potuto ottenere notevoli risultati coll'identificazione di sorgenti inquinanti di composto organo alogenati e la loro definitiva rimozione sempre con tecniche di strippaggio.

Tutto il materiale raccolto e disponibile , è consultabile presso gli uffici provinciali. per eventuali studi secondo quanto previsto dalla legge 142/90 nonchè dallo stesso statuto della Provincia.

Da quanto sopra esposto risulta quindi evidente che l'attività di bonifica idrogeologica presenta una estrema complessità di realizzazione sia dal punto di vista tecnico-operativo ma anche (e spesso soprattutto) per le implicazioni burocratico-amministrative che ne condizionano tempi e obiettivi.

Per chiarire a grandi linee tali procedure, vediamo ora schematizzate sinteticamente quali attività si intrecciano durante la realizzazione di uno studio prima e di un intervento, poi, mirato alla bonifica degli acquiferi nel contesto dell'attuale normativa regionale:



In particolare dopo la necessaria segnalazione dell'USSL si attiva uno studio preliminare tendente a definire gli esatti contorni del problema e, laddove possibile, ad identificare la fonte inquinante per poter mettere a carico dei responsabili tutte le spese di progetto e di bonifica da effettuare condizione questa espressamente prevista dalla Legge Regionale senza la quale non è possibile accedere agli specifici fondi che l'Ente Regione dovrebbe anticipare.

Poiché tuttavia come spesso accade non è possibile individuare con certezza la fonte inquinante sia per la complessità della struttura idrogeologica, sia per il sovrapporsi di più fenomeni d'inquinamento in aree pesantemente e variabilmente contaminate si procede ad effettuare approfondimenti di studio e di maggior dettaglio cercando di avvicinarsi con il maggior grado di sicurezza possibile alle singole origini di inquinamento.

Qualora anche tali approfondimenti si rivelino infruttuosi si dovrà accontentarsi di realizzare interventi tampone quali pozzi di sbarramento per proteggere campi di pozzi, predisposizione di filtri di trattamento o quando ciò non sia possibile (o per la natura dell'inquinante o per gli elevati costi di gestione) con la terebrazione di pozzi profondi in acquiferi protetti.

Nell'ipotesi più favorevole di localizzare le fonti, parallelamente alla redazione del progetto esecutivo d'intervento dovrà essere predisposto l'iter legale per la rivalsa sul o sui responsabili delle spese sostenute e di quelle relative ai successivi definitivi interventi

CONCLUSIONI

Lo sforzo preminente che la Provincia di Milano sta sviluppando in materia idrogeologica, oltre al lavoro di base tendente ad incrementare il livello delle conoscenze, dovrà consentire e coordinare gli interventi tendenti soprattutto al corretto ed auspicabile recupero qualitativo degli acquiferi sotterranei con interventi oculati e razionali in quel grande e, nonostante tutto, insostituibile serbatoio di approvvigionamento idrico costituito dalle falde padane operando con una visione globale di tutte le implicazioni che ne condizionano lo stato chimico-fisico.

Uno sforzo particolare dovrà essere poi sviluppato per ridurre al minimo possibile i tempi d'intervento

di bonifica troppo penalizzati dai tempi burocratici necessari all'ottenimento dei finanziamenti necessari prima e dagli atti deliberativi in fase operativa poi.

Risulta impensabile come talora si è prospettato, rinunciare a tale risorsa per sostituirlo con acque provenienti dai corpi idrici superficiali ben più contaminate e compromesse e che non solo necessitano di enormi impianti di adduzione e trattamento (con costi di realizzazione e di gestione sicuramente iperbolici) ma anche presentano una estrema facilità ad essere esposte a gravissimi pericoli d'inquinamento per sversamenti occasionali, senza contare che in termini quantitativi hanno subito anch'esse negli ultimi anni, a seguito della riduzione delle precipitazioni ed all'aumento delle utenze, una pesante diminuzione.

Gli interventi sia mirati alla quantità della risorsa, sia alla sua qualità, dovranno essere quindi da un lato indirizzati alla rimozione delle cause primarie di contaminazione ed alla bonifica delle situazioni già in atto, laddove possibile, mediante tecniche opportune e dall'altro alla individuazione della struttura idrogeologica nel suo complesso ed in particolare degli acquiferi da tutelare maggiormente e quindi da riservare ai soli scopi potabili, consentendo al contrario l'uso di falde superficiali, ormai drasticamente compromesse, per scopi industriali e comunque non di pregio.

Per quanto concerne le tipologie d'intervento e tutela del patrimonio idrogeologico lombardo non si possono indicare pertanto ricette univoche e tali da garantire da sole la soluzione globale dei problemi ma, più realisticamente, pacchetti di proposte tecniche che sviluppandosi sulla base di interventi coordinati tecnologico-impiantistici da un lato e più marcatamente idrogeologici dall'altro, portino in tempi ragionevoli alla salvaguardia sia sotto il profilo quantitativo che sotto quello qualitativo del "bene acqua".

Tali proposte possono essere indicate come segue:

INTERVENTI DI CARATTERE IDROGEOLOGICO

Bonifiche

La legge 62/85 affida come visto alle Province importanti compiti relativi all'effettuazione di bonifiche idrogeologiche in quelle zone che risultino particolarmente compromesse. Se tale sforzo riveste una valenza particolare nel caso di inquinanti ben localizzati e manifestazioni acute risulta meno incisivo laddove gli inquinanti presentano valori di fondo estremamente diffusi su tutto il territorio come il caso dei Nitrati e dei composti organo-alogenati. Bisogna certamente quindi intervenire in due direzioni, la prima più specifica e puntuale, nel rispetto delle indicazioni normative, rivolta alla rimozione, per quanto possibile, di tutti i focolai inquinanti accertati secondo le tecniche opportunamente utilizzabili nelle singole situazioni, affinché non proseguano nel tempo i fenomeni di contaminazione e rilascio e si possa rivalersi per i costi d'intervento sui responsabili dell'inquinamento. La seconda via, di carattere programmatico, da seguire in parallelo e di più ampio respiro, è rappresentata da un'analisi completa e generale sullo stato di contaminazione areale per ogni singolo parametro sia per accertare le principali situazioni di degrado, sia soprattutto per evidenziare il "fondo" d'inquinamento presente più o meno ovunque e per il quale purtroppo ben pochi interventi diretti potranno essere realizzati con successo. Alla luce di quanto detto in precedenza risulta evidente che anche per tale fase che non risulta specificatamente indirizzata all'identificazione di un responsabile, vengano previsti appositi e congrui finanziamenti regionali.

Ricariche

Diventa anche estremamente importante una corretta ricarica degli acquiferi.

Oltre ad impianti specifici studiati in tal senso e localizzati strategicamente sul territorio, sarebbe anche opportuno utilizzare le acque di esubero dei canali irrigui (Villoresi, Martesana, Navigli), altrimenti perse, con l'immissione in opportune aree di dispersione.

Dovrà inoltre essere decisamente sconsigliata l'impermeabilizzazione da parte degli Enti gestori, degli alvei di questi grandi canali d'irrigazione le cui perdite consentono ora una imponente ricarica dell'acquifero tradizionale aumentandone le portate e diluendone le concentrazioni inquinanti.

Agricoltura

Uno dei principali fattori positivi del bilancio idrogeologico risulta essere quello delle irrigazioni. Purtroppo però in questi ultimi anni sono andate sempre più diminuendo le superfici destinate alle pratiche agricole ed i costi dell'acqua dei vari consorzi irrigui e progressivamente aumentato. Ciò ha necessariamente comportato una sostanziale diminuzione di questi consistenti apporti contribuendo pesantemente a quel sensibile abbassamento della tavola d'acqua. Si rende pertanto necessario prevedere sostanziali finanziamenti che consentano agli agricoltori di impiegare consistenti quantitativi d'acqua per le irrigazioni.

Razionalizzazione prelievi

In una politica di revisione totale dell'uso della "risorsa acqua" deve anche necessariamente trovare posto una revisione razionale della distribuzione dei prelievi ponendo sempre più sotto il controllo pubblico la scelta e la gestione dei punti di prelievo non solo per gli usi civili ma anche per quelli industriali.

Ciò potrà essere fatto da un lato anche con la realizzazione di reti acquedottistiche interconnesse ma soprattutto con un approfondito studio idrogeologico supportato anche da un corretto monitoraggio territoriale che indichi con particolare sicurezza il limite massimo di prelievo tollerabile per ogni zona idrogeologicamente omogenea e per i rispettivi acquiferi sfruttati.

Solo così si potrà essere certi di non andare incontro alle gravissime conseguenze legate al sovrasfruttamento idrico dovuto all'attuale totale mancanza di pianificazione dei prelievi, sovrasfruttamento già rilevabile in molte aree provinciali.

INTERVENTI DI CARATTERE TECNOLOGICO-IMPIANTISTICO

Distinzione delle reti di distribuzione

Come più volte accennato, ci troviamo sostanzialmente di fronte ad acquiferi utilizzati a scopo potabile di cui, a seconda delle zone, i più superficiali presentano pesanti contaminazioni da parte di numerosissimi inquinanti mentre i più profondi, generalmente protetti da estesi orizzonti argillosi più o meno continui mantengono almeno per il momento caratteristiche qualitative discrete se non addirittura di pregio.

È per tali motivi che risulta assolutamente indispensabile oltre che proteggere tali acquiferi dalla contaminazione, anche salvaguardarli dal punto di vista del sovrasfruttamento riservandoli ad esempio ai soli scopi potabili ed utilizzando invece per tutti gli altri usi (industriali, terziari, ecc.) le acque più superficiali.

Ciò comporta necessariamente sull'esempio di quanto già in corso di realizzazione in altri paesi europei, la distinzione delle reti di distribuzione in acque di alto e basso grado qualitativo.

Successivamente a tale progressiva distinzione si potrebbe passare ad una distribuzione differenziata anche per gli usi civili (con le dovute cautele del caso) distinguendo le reti destinate essenzialmente all'uso potabile da quelle utilizzate invece più propriamente a scopi sanitari (lavatrici, w.c., piscine, irrigazione giardini, lavaggio strade, ecc.).

Una tale distinzione oltre ai vantaggi sopracitati potrebbe anche consentire una differenziazione delle tariffe ottenendo da un lato un sensibile risparmio di acque di alto pregio e dall'altro il recupero di fondi da destinare al finanziamento degli interventi sia di bonifica che di impianti di trattamento.

Contenimento perdite

Da recenti statistiche pubblicate risulterebbe che in Italia le perdite delle reti di distribuzione si aggirerebbero mediamente intorno al 27% con punte anche del 46% scendendo in Lombardia a circa il 18%.

Considerato pertanto il volume dell'acqua potabile sollevato annualmente da pozzi pubblici in Provincia di Milano che si aggira intorno ai 600/700 milioni di mc si può ragionevolmente valutare, sulla base di queste ipotesi, che nel corso dello stesso anno potrebbero essere andati dispersi almeno

100 milioni di mc d'acqua potabile (circa un terzo del fabbisogno pubblico annuo della città di Milano) i quali per quanto restituiti al sottosuolo vanno tuttavia ad alimentare, con acque sostanzialmente pulite provenienti dagli acquiferi profondi, falde superficiali già pesantemente contaminate, e ciò senza considerare peraltro l'energia inutilmente sprecata per il sollevamento.

Si dovrà pertanto provvedere ad effettuare opportuni investimenti per il risanamento di tali situazioni, nonchè per la sostituzione di tutti i contatori difettosi impiegando fondi che verranno sicuramente restituiti nel tempo col conseguente risparmio energetico e la sicura quantificazione del venduto.

Ricicli

Anche se molto si è fatto dalla promulgazione della legge Merli (1976) ad oggi è tuttavia ancora troppo invalsa la convinzione che l'acqua, lungi dall'essere considerata un bene prezioso limitato venga impiegata unicamente come allontanatore di sostanze indesiderate o peggio ritenuta risorsa inestinguibile.

E' per questo che si dovrà procedere ad un controllo sempre più stretto delle attività produttive per impedire usi incontrollati ed incentivare il più possibile l'effettuazione dei ricicli.

Ciò diventa particolarmente fattibile anche e soprattutto negli impianti di condizionamento di grandi complessi residenziali e terziari.

Dovrebbe essere fra l'altro incentivato il riutilizzo delle acque provenienti dagli impianti di depurazione (nella speranza che funzionino correttamente), con opportuni controlli, sia per scopi industriali che, per ravvenamenti freatici.

INDICAZIONI DI CARATTERE NORMATIVO

Osservando la molteplicità e vastità del panorama legislativo riguardante la materia acqua, il quale indica per le varie funzioni Enti ed Uffici competenti sarebbe indispensabile un riordino generale delle normative nazionali e regionali indicando centri univoci di controllo ed intervento dai quali possano scaturire scelte adeguate all'attuale stato di emergenza. Si ricorda a tale proposito l'esistenza dell'autorità di bacino (L. 18 maggio 1989 n. 183) che avrebbe il compito di divenire sul modello inglese, il centro di coordinamento e di controllo di tutte le attività legate al bene acqua svolte dai vari Enti ed istituzioni all'interno di un ben definito bacino idrografico ma che a tutt'oggi non sembra ancora avere svolto completamente tale ruolo fondamentale soprattutto in considerazione del fatto che acque superficiali ed acque profonde non possono essere considerate in modo disgiunto ma costituiscono un unico sistema complesso con stretti rapporti interdigitati. Oltre a ciò potrebbe anche essere occasione di rinnovamento la recente istituzione dell'Agenzia Nazionale per l'Ambiente creata a seguito della cessazione da parte delle USSL delle competenze ambientali col D.L. 04/08/93 N. 274 che affida fra l'altro gran parte di tali competenze alle Province. Ci si augura quindi che al più presto tale normativa e le previste leggi regionali che ne deriveranno, invece di accrescere ulteriormente il caos legislativo soddisfino le comuni aspettative di razionalizzazione funzionale.

Come più volte accennato si rende anche indispensabile che vengano previste corsie preferenziali per l'assegnazione e l'utilizzo dei fondi destinati agli interventi di bonifica per evitare quanto più possibile la diffusione a macchia d'olio dei focolai inquinanti che trasportati dal flusso freatico interessano territori sempre più vasti vanificando di fatto interventi impegnativi e costosi ma tardivi. Come più volte accennato si rende anche indispensabile che vengano previste corsie preferenziali per l'assegnazione e l'utilizzo dei fondi destinati agli interventi di bonifica per evitare quanto più possibile la diffusione a macchia d'olio dei focolai inquinanti che trasportati dal flusso freatico interessano territori sempre più vasti vanificando di fatto interventi impegnativi e costosi ma tardivi.

Giova a tale proposito esporre un'esempio di procedura e relativi tempi impiegati per effettuare un intervento minimo quale è quello rappresentato dalla perforazione di un semplice pozzo di sbarramento con utilizzo di fondi regionali.

Tempi minimi necessari alla realizzazione di un pozzo di sbarramento

Studio preliminare.	1/2 mesi
-Redazione progetto esecutivo. -Approvazione in linea tecnica da parte della Provincia. -Approvazione da parte regionale e concessione del contributo.	10/12 mesi
-Richiesta autorizzazione per effettuare trattativa privata -Delibera di autorizzazione alla trattativa privata. -Invio alle ditte specializzate di richiesta di offerta sulla base del capitolato approvato. -Delibera di assegnazione lavori alla ditta miglior offerente. -Esecuzione dei lavori.	10/12 mesi

Problemi:

- Da quando sono stati effettuati gli studi preliminari a quando si fa il pozzo il quadro idroqualitativo è profondamente cambiato.
- I progetti approvati sono estremamente vincolanti e possono essere solo effettuate lievi varianti in corso d'opera.

Oltre ai fondi per interventi specifici è indispensabile prevedere anche cifre adeguate per lo studio globale dello stato di inquinamento con risultati non finalizzati nell'immediato alla scoperta delle fonti.

Vorrei concludere con una considerazione dettata dall'esperienza di questi ultimi anni. Come visto e come verrà successivamente esposto la situazione dell'acquifero storicamente impiegato per uso potabile in Provincia di Milano, e che passa sotto il nome di "acquifero tradizionale", presenta una contaminazione diffusa che per alcune vaste aree diviene pesantissima sia per il sommarsi di molteplici pericolosi contaminanti, sia per il sovrapporsi di inquinamenti vecchi e nuovi che rendono difficoltoso l'accertamento delle fonti.

Per affrontare una tale situazione, o per lo meno per tentare di ottenere risultati apprezzabili, è indispensabile che, al di là del puro sforzo tecnico-scientifico, ogni Ente coinvolto, nelle proprie specifiche competenze, ma anche ogni singolo funzionario sviluppi uno sforzo significativo tendente a mettere in comune tutti gli studi, le esperienze, i dati ovunque essi si trovino, accumulati e maturati in anni di lavoro affinché nessun frammento del quadro globale dell'attuale conoscenza ambientale vada perduto o resti sconosciuto, evitando così di sprecare sforzi e pubblico denaro. È sufficiente pensare agli studi commissionati da vari Enti alle tesi di laurea realizzate, alle risultanze di indagini e campagne di studio, per citare i più importanti.

Qualora la nuova normativa definitiva lo consentisse si potrebbe immaginare la costituzione presso gli uffici provinciali di un centro di documentazione ambientale non più relativo unicamente alle conoscenze idrogeologiche in quanto, come è evidente, l'ambiente va inteso come un tutt'uno le cui varie componenti sono strettamente ed intimamente connesse.

Tale centro di documentazione e soprattutto di consultazione potrebbe così divenire il riferimento, finalmente unico ed aperto per iniziare qualsiasi approccio alle tematiche del territorio da parte di Enti Pubblici, Università ma anche di studi privati.

Solo con uno sforzo che superi i compartimenti stagni esistenti fra Ente ed Ente e all'interno delle

singole Amministrazioni si potrà essere preparati a concentrare tutti gli sforzi e le risorse per affrontare il grande problema dell'inquinamento e cominciare ad ottenere significativi risultati concreti.

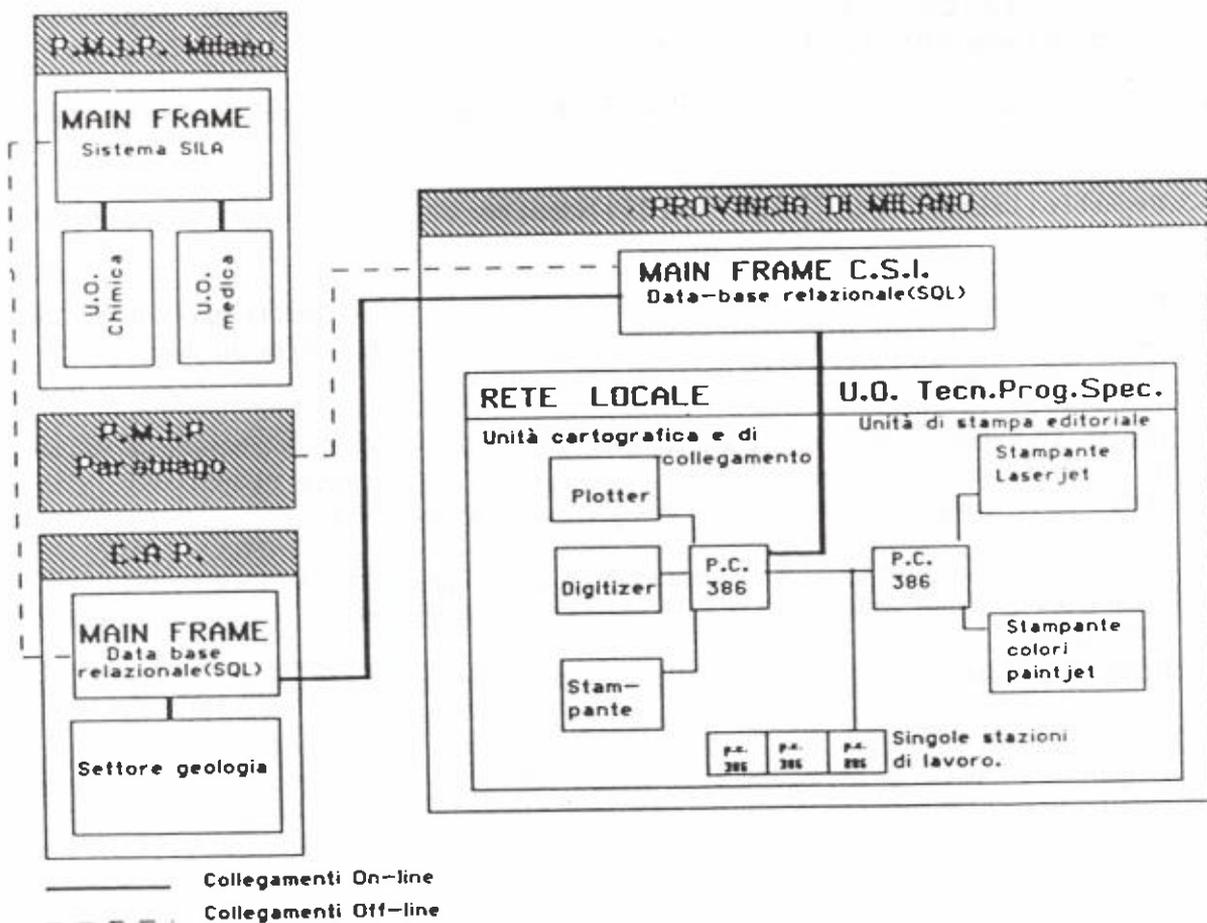
BIBLIOGRAFIA

- Baldi M., Brandone A., Bilucaglia C., Repposi G., Riganti V. (1986) - "Caratterizzazione geochimica di sedimenti coesivi del sottosuolo della città di Milano - Analisi statistica dei dati sperimentali". Rassegna Chimica, n.6, Roma
- Beretta G.P. (1981) - "Esperienza di una Banca Dati in campo idrogeologico". Riv. Vie e Trasporti-La Rivista della Strada, n.483, ottobre, Milano
- Beretta G.P., Cavallin A., Francani V., Mazzarella S., Pagotto A. (1985) - "Primo bilancio idrogeologico della Pianura Milanese." Estratto da Acque Sotterranee, a.II, n. 2, 3, 4 - Giugno, Settembre, Dicembre 1985, Geograph, Segrate.
- Beretta G.P., Colombo F. (1992) - "DBPOZZI: Programma di archiviazione e gestione dei dati di pozzi per acqua". (in corso di stampa)
- Beretta, Francani (1987) - Studi idrogeologici sulla Pianura Padana.
- Beretta, Francani, Mazzarella (1983) - Studio idrogeologico della Pianura compresa fra Adda e Ticino.
- Comune di Milano (1989) l'Acquedotto di Milano.
- De Felice G., Mazzarella S. (1988) - "Analisi dei fenomeni di inquinamento idrico sotterraneo in Provincia di Milano". In: Acque sotterranee in Lombardia a cura di P.Casati, Dipartimento di Scienze della terra dell'Università degli Studi di Milano e Centro di Studio per la stratigrafia e petrografia delle Alpi Centrali-C.N.R., Milano
- De Wrachien D. (1986) - "Un sistema informativo per la gestione e il controllo dei dati freaticometrici in Italia". Acque Sotterranee, n.1, Ed. Geograph, Milano
- Francani V. (1990) - "La cartografia idrogeologica per la difesa dagli inquinamenti in Lombardia". Atti del 1 Conv.Naz. sulla protezione e gestione delle acque sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, vol.1, Marano sul Panaro (Modena)
- Francani V., Beretta G.P., Colombo F. (1991) - "Modalità di protezione delle acque sotterranee: zone di salvaguardia e cartografia automatica dell'inquinamento". Qualità delle acque potabili: problemi attuali ed interventi tecnologici, XXXVIII Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria, 3-7 giugno 1991, Milano
- Mazzarella S., De Felice G. (1980) - "Evoluzione dinamica dell'inquinamento idrico sotterraneo in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dell'area milanese". In: La qualità dell'acqua per uso potabile, 2 Conferenza Regionale, Regione Lombardia, Milano
- Moriggi S. (1985) - "Le risorse idriche sotterranee nel milanese e le attuali strategie e tecniche di intervento in aree contaminate". In: Falde idriche in aree industrializzate italiane, Ed. Consiag, Prato
- Provincia di Milano (1983) - Aspetti idrobiologici ed idrogeologici della Valle del Ticino.

- Provincia di Milano (1985) - Aspetti idrogeologici dell'Est Milanese e tutela del bacino dell'Idroscalo.
- Provincia di Milano (1988,1989,1990,1991,1992) - "Rete di rilevamento regionale dei corpi idrici sotterranei-anni 1987,1988,1989,1990,1991".
- Provincia di Milano (1991) - "Prelievi idrici da falda nel milanese - 1989".
- Provincia di Milano (1992) - "Catasto pozzi pubblici 1991".
- Regione Lombardia (1985) - "Disciplina scarichi insediamenti civili e pubbliche fognature - Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento." Legge Regionale n. 62 del 27 maggio 1985.
- Regione Lombardia (1980) - L.R. 20/3/80 N 32 "Censimento e catasto delle acque.Piani in materia di tutela delle acque dall'inquinamento".
- Regione Lombardia (1988) - "Piano Regionale di Risanamento delle Acque". Ecologia Ambiente, n.10-11-12, Milano
- Repubblica Italiana (1976) - "L.10/5/76 N 319 Norma per la tutela delle acque dall'inquinamento".
- Repubblica Italiana (1977) - Delibera del comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento 4/2/77 "Criteri metodologie e norme tecniche generali di cui all'art.2 lettera b) ,d) ed e) della legge 10/5/76 n 319".
- Repubblica Italiana (1988a) - "Attuazione della direttiva C.E.E. n.80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art.15 della legge 16 aprile 1987, n.183". D.P.R. del 24 maggio 1988, n.236, G.U. del 30 giugno 1988, n.60, Roma
- Repubblica Italiana (1988b) - "Piano quinquennale di disinquinamento del bacino idrografico dei fiumi Lambro, Olona e Seveso". D.P.C.M. del 29 luglio 1988, n.363, G.U. del 25 agosto 1988, n.199, Roma
- Repubblica Italiana (1989) - "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- Tangorra F., Troisi S., Vurro M. (1987) - "BDAS: Una base di dati per la gestione delle acque sotterranee". Acque Sotterranee, n.1, Ed. Geograph, Milano

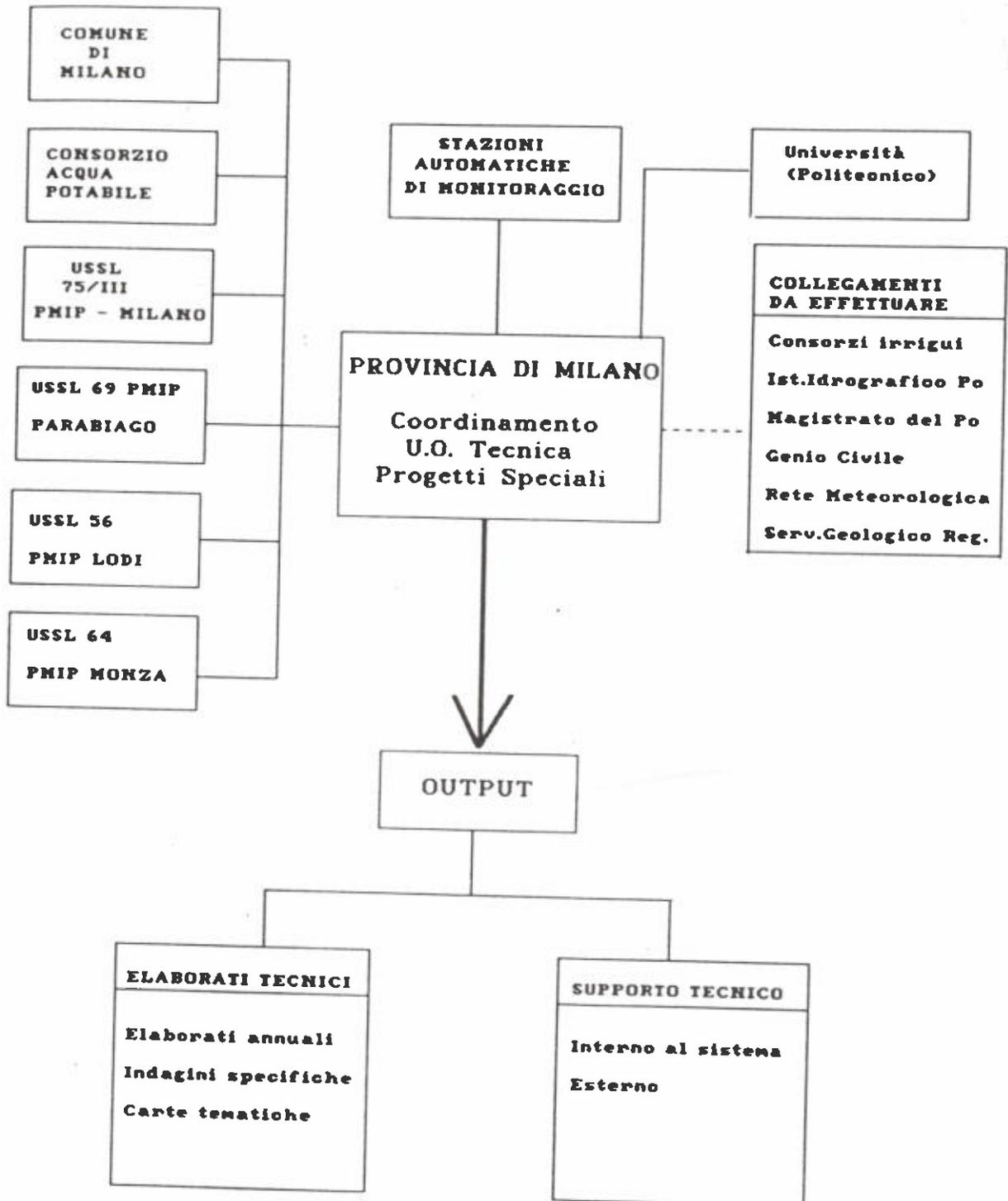
SISTEMA INFORMATIVO FALDA

Schema dei flussi informativi



SISTEMA INFORMATIVO FALDA

Struttura organizzativa



METODOLOGIE IDROGEOLOGICHE PER IL DISINQUINAMENTO

Giovanni Pietro Beretta^(*)

1. PREMESSA

I frequenti casi di inquinamento delle acque sotterranee hanno determinato condizioni di incompatibilità con la fornitura di acqua potabile all'utenza e situazioni di degrado ambientale in diversi settori della pianura milanese.

Il peggioramento della qualità delle acque sotterranee ha posto l'esigenza di operare un recupero della loro qualità, sancito anche dalla Legge Regionale del 27 maggio 1985 n.62.

Con specifico riferimento alle sorgenti puntuali di contaminazione si possono avere due categorie di interventi di risanamento:

- la bonifica (source control measures): destinata principalmente alla rimozione della sorgente inquinante;
- il disinquinamento (groundwater remediation): riservato all'acquifero e finalizzato alla diminuzione o all'eliminazione degli inquinanti in esso presenti.

In questa breve sintesi viene data maggiore al disinquinamento, anche se risulta comunque ovvia la stretta interconnessione tra i due aspetti del problema.

In relazione pertanto a questo aspetto, si sottolinea che tra le varie tipologie di risanamento presenti nella letteratura scientifica, circa il 60% richiedono conoscenze idrogeologiche ed abilità professionale medio-elevata per la loro idonea realizzazione (Tabella 1).

Sulle metodologie idrogeologiche di disinquinamento degli acquiferi si concentrerà pertanto l'attenzione in questa sede.

Maggiori dettagli sulle metodologie idrogeologiche di progettazione sono contenuti in Beretta G.P., 1992 e in un volume in corso di stampa da parte del C.N.R.-G.N.D.C.I., L.R.4-Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento.

Poichè rimane comunque vasta la scelta dell'una o dell'altra metodologia, verranno preventivamente fissati alcuni concetti relativi alle operazioni da eseguire, in modo da raggiungere una ottimizzazione del rapporto costi/benefici soprattutto in termini di riduzione delle concentrazioni di inquinanti.

Si ricorda che una situazione particolare si verifica in Provincia di Milano, in cui gli aspetti di degrado qualitativo si sommano a quelli derivanti dal sovrasfruttamento della risorsa idrica.

Pertanto i sistemi di intervento devono essere necessariamente considerati per quanto riguarda entrambi gli due aspetti, ma tale operazione si rivela molto spesso difficoltosa.

2. LE INDAGINI IDROGEOLOGICHE PRELIMINARI AL DISINQUINAMENTO

Per poter eseguire le operazioni descritte, una prima parte degli studi viene riservata alla caratterizzazione del sito e della contaminazione (remedial investigation), mentre una seconda viene finalizzata alla definizione dei possibili interventi (feasibility study) che, in base a valutazioni tecniche e socio-economiche possono essere poi selezionati (remedy selection) e successivamente realizzati (remedial design and action).

Nelle attuali condizioni di gestione delle risorse idriche sotterranee in Italia, in cui esistono solo localmente reti di controllo e sistemi di monitoraggio e in presenza di situazioni di degrado ambientale pregresse, il problema della identificazione dell'acquifero inquinato e delle sorgenti di tale fenomeno nasce generalmente in concomitanza di accertamenti analitici eseguiti su

^(*) professore associato di Geologia Applicata -Università di Torino

opere di captazione di acque destinate al consumo umano, che forniscono esiti negativi circa la potabilità delle acque.

Una volta accertata questa eventualità si procede con una metodologia di indagine, che è stata utilizzata anche negli studi finora eseguiti a livello regionale, che si compone di più fasi di indagine che vengono riassunte di seguito.

1 - Censimento dei dati

Devono essere censiti in questa fase i dati idrogeologici e idrochimici esistenti, con particolare riferimento all'ubicazione dei punti d'acqua, alle caratteristiche del sottosuolo e all'andamento regionale della falda.

In generale deve essere dato maggiore rilievo alle zone poste a monte rispetto al flusso idrico.

2 - Ricostruzione idrogeologica preliminare

Sulla base dei dati raccolti e delle conoscenze a livello regionale, viene effettuata una prima ricostruzione della struttura idrogeologica propedeutica per la fase successiva in quanto indica i rapporti tra gli acquiferi presenti e la loro vulnerabilità, i rapporti fiumi-falda, le direzioni prevalenti del flusso idrico, le facies idrochimiche.

Mediante queste elaborazioni è possibile definire la localizzazione dei punti di misura e la tipologia delle analisi da effettuare.

3 - Rilevamento dei dati piezometrici e idrochimici in sito

I punti di misura significativi che sono stati identificati vengono utilizzati per misurare il livello piezometrico e per il prelievo di acque da sottoporre ad analisi.

Tali rilevazioni consentono di identificare lo stato dei siti, anche in riferimento alla presenza di eventuali situazioni di degrado (discariche abusive, pozzi perdenti, scarichi in acque superficiali, etc.).

4 - Elaborazione idrogeologica e idrochimica dei dati

Con i nuovi dati acquisiti si hanno una possibilità di ricostruire nel dettaglio le carte isopiezometriche, indicanti le direzioni di flusso della falda, che servono come base per elaborare carte ad isocone delle sostanze considerate.

5 - Accertamento sulla zona di origine dell'inquinamento

Le isopiezometriche e le isocone consentono di circoscrivere una zona di provenienza dell'inquinamento.

In quest'area deve essere svolto un censimento delle attività e degli insediamenti che possono comportare un utilizzo delle sostanze inquinanti; devono inoltre essere verificate le modalità di smaltimento dei reflui solidi, liquidi e in qualche caso aeriformi dei centri di pericolo presenti nella zona.

Nel caso si restringa ulteriormente il campo di indagine ad un settore più limitato, è possibile la programmazione di prospezioni indirette o dirette (on i limiti di applicazione indicati in AA.VV., 1992 e Beretta G.P., 1992) ad esempio con sondaggi meccanici, installazione di piezometri e prelievo di campioni d'acqua.

6 - Sintesi delle modalità di inquinamento delle acque sotterranee

In questa fase dello studio si cerca di stabilire un rapporto di causalità tra polo inquinante e zona inquinata.

Le indagini effettuate devono infatti consentire di:

- localizzare la sorgente di inquinamento;
- definire le modalità con cui avviene la contaminazione delle acque sotterranee;

- stabilire l'estensione del pennacchio inquinante in due o in tre dimensioni;
- definire le opere di captazione che si prevedono essere interessate dalla contaminazione, oltre a quelle già rilevate, in funzione anche del regime dei prelievi.

Una volta ultimate queste fasi dello studio idrogeochimico, che generalmente sono svolte e coordinate da Enti pubblici, risulta indispensabile procedere alla progettazione della bonifica dell'area inquinata e del disinquinamento dell'acquifero.

Le indagini preliminari per il risanamento sono state in questo modo già svolte, ma solo in parte.

Non si hanno infatti a disposizione elementi per poter proporre i sistemi di intervento.

Gli studi da eseguire, secondo il modello proposto dall'U.S. Environmental Protection Agency, 1998, riguarderanno come si è già detto le indagini per il risanamento e gli studi di fattibilità.

Questi due aspetti, sebbene intrapresi in ordine cronologico, devono trovare successivamente un necessario coordinamento per poter confrontare i dati e i risultati parziali prodotti.

Le indagini per il risanamento riguardano l'approfondimento del "modello concettuale" del sito sia per quanto riguarda la struttura idrogeologica che la distribuzione e le concentrazioni dei diversi inquinanti.

Per l'implementazione di modelli matematici sarà necessario rilevare i dati di input, con diverso grado di approfondimento a seconda se è previsto l'utilizzo di metodi analitici o numerici. Una seconda parte delle indagini considerate viene rivolta, se considerata necessaria e in una fase successiva, alla sperimentazione della trattabilità degli inquinanti riscontrati, con indagini di laboratorio o con impianti pilota.

Gli studi di fattibilità, che possono richiedere dati in modo interattivo con la fase di indagine, definiscono in una prima fase a livello generale i possibili sistemi di intervento nel caso considerato e le relative tecnologie di applicazioni disponibili.

Una selezione delle tecnologie di intervento opera una riduzione delle possibilità che sono considerate come alternative, anche in relazione all'ottenimento di specifici livelli di decontaminazione.

Le alternative sono tra di loro considerate in base a parametri di riferimento e dopo una opportuna comparazione, forniscono la possibilità di selezionare i rimedi più idonei per la situazione in studio.

E' comunque necessario seguire la progettazione e la realizzazione degli interventi di disinquinamento al fine di verificarne l'effettiva efficacia.

3. FASI DI ORGANIZZAZIONE DEL DISINQUINAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nell'ambito dell'organizzazione delle operazioni relative allo studio e realizzazione del disinquinamento delle acque sotterranee, possono essere indicate le fasi operative di seguito descritte, come suggerito da U.S. Environmental Protection Agency, 1988.

Nella particolare situazione della pianura milanese, nella quale gli usi delle acque sono intensi e tra di loro conflittuali e dove si hanno diversi poli di contaminazione, l'adozione della procedura indicata può anche servire nella selezione dei siti di intervento, compilando una "lista di priorità" indispensabile per utilizzare in modo idoneo i finanziamenti esistenti e futuri, che comunque richiederanno notevoli costi.

1) Definizione degli obiettivi del disinquinamento

Questa fase comprende innanzitutto la fissazione di livelli preliminari di risanamento, da modificare eventualmente in una fase successiva in relazione alle maggiori conoscenze acquisite, che possono essere stabiliti in base ai seguenti criteri:

- limiti normativi in base all'uso delle acque;
- limiti di "concentrazioni di fondo";

- limiti stabiliti "caso per caso";
- limiti stabiliti in base a valutazioni di rischio.

In secondo luogo deve essere definita l'area su cui devono operare gli interventi per raggiungere i livelli di disinquinamento previsti.

Da ultimo si deve considerare l'intervallo temporale necessario per raggiungere gli obiettivi di risanamento precedentemente prescelti.

Questo tempo è funzione di: limiti tecnologici di estrazione degli inquinanti, fattibilità di approvvigionamento idrico alternativo, uso potenziale delle acque, efficacia e attendibilità dei controlli istituzionali, capacità di controllo della propagazione degli inquinanti.

Questi fattori condizionano in termini tecnologici e sociali l'attenzione, anche in termini finanziari, verso un determinato problema.

2) Sviluppo di alternative di intervento

Una volta segnalata la presenza di una contaminazione e definiti i precedenti aspetti, è possibile ipotizzare diversi criteri di intervento che sostanzialmente prevedono: l'applicazione delle metodologie di disinquinamento che verranno successivamente descritte, il confinamento dell'area e del pennacchio inquinante e la rinuncia ad operare un disinquinamento.

Il primo criterio è condizionato dai limiti di applicabilità e dal costo delle metodologie disponibili o di quelle a livello sperimentale e viene preferito per inquinanti mobili, conducibilità idraulica dell'acquifero medio-alta ed effettiva disponibilità delle tecniche di trattamento delle acque.

Il secondo criterio prevede una forte attenuazione della migrazione dell'inquinante che può essere realizzata con barriere passive (impermeabilizzazioni) o attive (pozzi o drenaggi).

Questo comportamento di fronte ad una determinata situazione è più indicato per una bassa possibilità d'uso delle acque attuale o prevista, una ridotta trasmissività dell'acquifero e ridotte mobilità, concentrazione ed esposizione agli inquinanti.

Infine il terzo criterio consiste nell'affidare una attenuazione della contaminazione al potere autodepurante del terreno, provvedendo al solo controllo dell'evoluzione della situazione, oppure alla sola depurazione delle acque contaminate, prima della loro distribuzione.

3) Analisi delle alternative

Una volta formulati tre possibili criteri in presenza di un degrado delle acque sotterranee che sono state descritti, è necessario individuare quali siano le tecniche che possano consentire la loro realizzazione pratica.

Partendo da un ampio spettro di possibilità, si deve arrivare alla formulazione di poche alternative che prevedono un peso differente al loro interno a seconda se l'acqua sia o meno utilizzata per l'approvvigionamento idrico potabile.

Gli interventi in presenza di acqua destinata al consumo umano devono essere rapidi e giudicati in base ad efficacia, fattibili e di minor costo (a parità degli altri due fattori).

Un minor numero di alternative viene prescelto nel caso le acque non siano destinate al consumo umano e la maggiore preoccupazione riguarda il contenimento della massa inquinante in modo tale da non interessare nel futuro le risorse incontaminate.

4) Selezione dei rimedi

Questa operazione viene eseguita in tre fasi: preparazione da parte degli enti preposti di un documento in cui sono segnalate le principali possibilità di intervento da presentare al pubblico, accoglimento delle osservazioni e definizione delle alternative preferite.

I criteri di analisi e di comparazione delle azioni di risanamento sono: protezione complessiva della salute umana e dell'ambiente, adeguatezza alla normative, efficacia a breve termine, efficacia a lungo termine e permanenza, riduzione della tossicità, mobilità o volume, fattibilità operativa, costi, accettabilità da parte degli Enti e sociale.

Ovviamente le alternative che presentano le migliori prestazioni sono quelle preferite.

Per poter operare un confronto tra i diversi tipi di rimedio, si utilizzano modelli matematici (analitici o numerici), che consentono una volta implementati di ipotizzare diversi scenari, avendo come risultato la curva di concentrazione degli inquinanti in punti di riferimento.

Considerando ad esempio il rischio associato alle diverse scelte, si potranno avere, come indicatori di questo aspetto, diversi andamenti delle curve di concentrazione degli inquinanti, come riportato in Figura 1.

L'opzione A è preferita alla B se il costo ad essa associato è inferiore; se invece il rischio durante l'intervento è considerato proporzionale alla concentrazione media, allora sarà preferita l'opzione B.

Si potranno inoltre confrontare anche interventi simili, ma con costi e tempi differenti; si dovrà ad esempio valutare se i costi aggiuntivi associati all'opzione A di Figura 2 giustifichino una ridotta differenza nel rischio.

5) Progettazione e realizzazione delle opere

Una volta che sia stata effettuata una scelta, vengono progettate e realizzate le opere relative.

Una classificazione delle metodologie di disinquinamento viene presentata successivamente.

In Italia sono sarsi gli esempi di intervento di disinquinamento, per lo più effettuati in ambito di emergenza e con finanziamenti del Ministero per il Coordinamento della Protezione Civile.

6) Valutazione delle prestazioni degli interventi realizzati

Un sistema di controllo dell'efficacia degli opere realizzate deve essere installato nel sito di intervento.

Le rilevazioni che verranno effettuate indicheranno la possibilità di continuare la tipologia del disinquinamento prescelto oppure ne richiederanno un adeguamento o modifica come segnalato in Figura 3.

4. LE METODOLOGIE IDROGEOLOGICHE DI DISINQUINAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Dal punto di vista idrogeologico, in base alla funzione svolta dai manufatti progettati, si possono distinguere interventi di: drenaggio, ricarica, drenaggio-ricarica (o ricarica-drenaggio), barriera fisica e trattamento in sito.

Di seguito sono brevemente descritte le tecniche indicate, specificando i parametri discriminanti per la loro possibilità di applicazione e quelli necessari per la progettazione.

4.1 Interventi di drenaggio

Gli interventi di drenaggio consistono nell'asportazione dal sottosuolo delle acque contaminate mediante vari dispositivi; può essere anche previsto un trattamento delle acque prima del loro scarico nelle acque superficiali o nel sottosuolo o del riutilizzo della risorsa idrica.

Il prelievo di acque dal sottosuolo può anche avere la funzione di abbassare il livello piezometrico e quindi impedire il contatto diretto tra sostanze inquinanti e acque sotterranee.

I parametri che guidano nella scelta di questa tecnica sono:

- la conducibilità idraulica, la porosità, la litologia, l'eterogeneità e lo spessore dell'aquifero;
- l'adsorbimento e la solubilità dell'inquinante.

I parametri progettuali sono:

- i parametri idrogeologici dell'aquifero
- la soggiacenza della falda
- il numero e la portata dei pozzi
- la distribuzione dell'inquinante

- la presenza di inquinanti in fase non acquosa (LNAPL o DNAPL)

L'asportazione di acque contaminate dal sottosuolo può avvenire mediante dreni superficiali o sotterranei e pozzi.

Quest'ultima opera viene ad esempio imposta dalle normative regionali nella progettazione di sistemi di emergenza per le discariche di rifiuti.

I pozzi di risanamento sono utilizzati con particolari dispositivi nel caso della presenza di prodotti in galleggiamento sulla superficie della falda (LNAPL).

In questo caso sono possibili due alternative molto efficienti: un pozzo con una pompa, un pozzo con due pompe poste a profondità differenti oppure un due pozzi di profondità diversa.

Nell'ambito delle tecniche di asportazione di inquinanti dal sottosuolo ha assunto una notevole importanza anche l'aspirazione di gas presenti nel mezzo insaturo (venting). Si tratta di creare una depressione che richiama le fasi gassose verso un pozzetto di aspirazione che convoglia i gas verso un impianto di depurazione prima dello scarico in atmosfera.

In questo modo viene risanato anche il mezzo saturo contaminato, dove avviene un continuo rilascio di fasi gassose nel soprastante mezzo saturo.

I parametri che sono utili nella selezione dell'applicabilità del metodo sono i seguenti:

- litologia, porosità, conducibilità primaria e secondaria del mezzo non saturo;
- volatilità e concentrazioni dell'inquinante.

I parametri che devono essere invece considerati in ambito progettuale sono i seguenti:

- conducibilità idraulica all'aria e all'acqua del mezzo insaturo;
- raggio di influenza e portata dei pozzi di aspirazione
- distribuzione della contaminazione;

Il sistema di aspirazione di aria è stato utilizzato ad esempio anche in Provincia di Milano (Figura), ottenendo una efficacia molto elevata in termini di quantitativo di inquinante estratto dal sottosuolo.

4.2 Interventi di ricarica

Gli interventi di ricarica hanno l'effetto di diluire la contaminazione mediante l'immissione del sottosuolo di acqua "pulita" o di creare un alto piezometrico, che funziona da spartiacque sotterraneo impedendone la propagazione a valle.

I parametri condizionanti l'applicazione della tecnica di ricarica e quelli progettuali sono sostanzialmente gli stessi degli interventi di drenaggio.

Requisiti particolari devono riguardare le acque da utilizzare per l'iniezione nel sottosuolo che non devono presentare solidi in sospensione, onde evitare fenomeni di intasamento, ed essere chimicamente compatibili con la matrice dell'acquifero, per non causare fenomeni di incrostazione o dissoluzione, che a loro volta possono peggiorare la qualità delle acque sotterranee.

4.3 Interventi di ricarica-drenaggio

La ricarica e il drenaggio della falda si possono abbinare in quanto è possibile iniettare acqua a monte della zona inquinata, diluendo la contaminazione per prelevare così a valle una minore concentrazione di inquinanti; se inoltre è possibile depurare le acque prelevate si può adottare anche un funzionamento a circuito chiuso.

Un'ulteriore possibilità è quella di invertire il sistema, iniettando immediatamente a valle del polo inquinante e prelevando a monte, ottenendo anche in questo caso una minore concentrazione degli inquinanti.

Questi sistemi tradizionali sono state sostituite attualmente da altri sistemi tecnologicamente più complessi.

In Figura è rappresentato un sistema adottabile in presenza di sostanze volatili sia nel mezzo saturo che in quello non saturo in un acquifero relativamente omogeneo e di medio-alta conducibilità idraulica.

Si tratta di iniettare aria compressa nel mezzo saturo, che si carica di sostanze volatili e, una volta raggiunto il mezzo non saturo, viene opportunamente raccolta.

Poichè si determina una mobilitazione dell'inquinante, nelle acque sotterranee può registrarsi un aumento della sua concentrazione e, nel caso il fenomeno si manifesti con particolare entità, è necessario abbinare questa nuova metodologia con una più tradizionale di barriera idraulica.

In altri casi, qualora la contaminazione abbia interessato un mezzo con scarsa conducibilità idraulica o concentrata in particolari settori, è proponibile un sistema in cui si abbina un pozzo di estrazione di composti che si approfondiscono (DNAPL) con fratturazione pneumatica ad uno di iniezione di acqua riscaldata.

4.4 Barriere fisiche

La creazione di barriere fisiche ha lo scopo di isolare rispetto al flusso idrico le masse d'acqua contaminate.

E' pertanto necessario che la struttura idrogeologica e la realizzazione dei manufatti consentano una perfetta tenuta; questo effetto di sbarramento idraulico può essere comunque abbinato ad una successiva estrazione delle acque contaminate, che altrimenti rimarrebbero a lungo confinate sul posto.

Nella tipologia di intervento sopra descritta può essere annoverata anche l'adozione di misure atte ad impedire la sola infiltrazione di acque al di sopra di un terreno contaminato, ad esempio in corrispondenza di una discarica abusiva.

Si è pertanto di isolare la superficie, il fondo e le pareti dell'area contaminata.

Va comunque rilevato che la massa di inquinanti permane in sito e se ne diminuisce solamente la pericolosità per la salute umana e per l'ambiente.

I parametri che condizionano l'applicabilità dei sistemi sono:

- morfologia dell'area;
- litologia, conducibilità idraulica del sottosuolo;
- profondità di un substrato con scarsa permeabilità;
- tipologia e concentrazioni dell'inquinante.

I parametri progettuali sono dati da:

- parametri idrogeologici;
- profondità di realizzazione; - portata di smaltimento delle acque;
- compatibilità tra inquinanti e materiali.

Un esempio di isolamento di un'area contaminata è riportato nella Figura .

4.5 Trattamenti in sito

Il trattamento in sito infine consiste nel modificare le condizioni fisico-chimiche e biologiche esistenti nel sottosuolo affinché si provochi una trasformazione o degradazione dei composti inquinanti.

I trattamenti in sito vengono classificati in fisici, chimici o biologici.

I primi prevedono la modifica di alcune condizioni fisiche, ad esempio la temperatura, per provocare una inertizzazione della massa inquinante, oppure la migrazione di elementi o composti in seguito all'applicazione di una differenza di potenziale nel terreno.

I secondi consistono nell'introduzione di reagenti chimici che operano una reazione con gli inquinanti trasformandosi in composti non inquinanti; in altri casi si preferisce invece utilizzare un lavaggio della massa inquinante, che deve essere però successivamente raccolta ed asportata dall'acquifero.

Gli ultimi prevedono l'utilizzo di microrganismi già presenti nel terreno (trattamento di

acclimatazione), oppure appositamente selezionati (trattamento di miglioramento) per degradare i composti organici presenti.

A titolo esemplificativo le condizioni di applicabilità di un trattamento termico (vetrificazione) prevedono la verifica dei seguenti parametri:

- litologia e contenuto idrico del terreno;
- conducibilità elettrica del terreno;
- estensione tridimensionale della contaminazione;
- presenza di composti reattivi;
- concentrazione della contaminazione.

Per quanto attiene ai parametri progettuali si hanno:

- struttura idrogeologica
- distribuzione della contaminazione;
- quantità di carbone attivo da utilizzare per la depurazione dei gas.

Altre applicazioni in corso di studio hanno riguardato l'applicazione di energia elettromagnetica sotto forma di frequenze-radio per provocare la volatilizzazione di composti organici nel mezzo non saturo.

In altri casi sono state applicate in modo combinato una sorgente acustica ed elettrica nel sottosuolo che provocano la migrazione di ioni. Più nota è invece la possibilità di provocare la migrazione di ioni applicando una differenza di potenziale tramite un catodo ed un anodo infissi nel terreno.

Questo metodo, definito elettro-reclamation, è rappresentato in Figura .

Allo studio sono anche sistemi che mediante il congelamento del terreno operato con azoto liquido, determinano un rallentamento della propagazione verso valle del pennacchio inquinante e un contemporaneo aumento di concentrazione degli inquinanti in prossimità della massa solidificata, che così possono essere estratti con maggiore efficacia idrochimica.

Prevedendo un trattamento di lavaggio con solventi si hanno i seguenti parametri condizionanti:

- litologia, conducibilità primaria e secondaria del mezzo insaturo e saturo;
- contenuto di materia organica ed adsorbimento del terreno;
- solubilità dell'inquinante.

I parametri progettuali sono costituiti da:

- parametri idrogeologici dell'acquifero;
- soggiacenza e la falda
- distribuzione e concentrazione del contaminante.

Considerando invece la possibilità di un trattamento biologico, nel trattamento di miglioramento le originarie specie microbiche presenti, da utilizzare in prevalente ambiente aerobico, devono essere attivate mediante l'iniezione di ossigeno e nutrienti nel sottosuolo.

Nel trattamento di acclimatazione devono essere studiate in laboratorio le possibilità di degradazione operate da specie alloctone, in modo tale che anche i prodotti della degradazione siano innocui.

I parametri che definiscono l'applicabilità del trattamento biologico sono:

- litologia, porosità, conducibilità idraulica primaria e secondaria dell'acquifero
- distribuzione di microrganismi e dell'ossigeno disciolto nell'acquifero
- biodegradabilità e concentrazione dell'inquinante.

All'interno della progettazione devono essere invece determinati:

- parametri idrogeologici dell'acquifero;
- distribuzione degli inquinanti;
- richiesta di nutrienti;
- portate di iniezione e prelievo di sistemi drenanti e di ricarica;
- aliquota di biodegradazione.

In Figura é rappresentato un esempio dello schema operativo per la realizzazione di un intervento di trattamento biologico in sito.

Nella galleria di infiltrazione vengono introdotte acque trattate con nutrienti per stimolare la crescita di batteri.

La sorgente di ossigeno è costituita da acqua ossigenata e i nutrienti sono costituiti da cloruro d'ammonio e fosfato di sodio.

Le acque sono poi riprese a valle del flusso idrico sotterraneo da un pozzo e ricircolate.

Schemi alternativi precedono la costruzione di letti permeabili di infiltrazione o di pozzi di ricarica nei quali operare l'iniezione di acque per il trattamento biologico.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1990) - "Ground Water and Soil ontamination Remediation: Toward Compatible Sience, Policy and Public Perception". National Acedemic Press, Inc., Washington D.C.

AA.VV. (1992) - "Metodologie per il disinquinamento delle acque sotterranee". Atti del Convegno GEOFLUID 92, 9 Ottobre, Piacenza

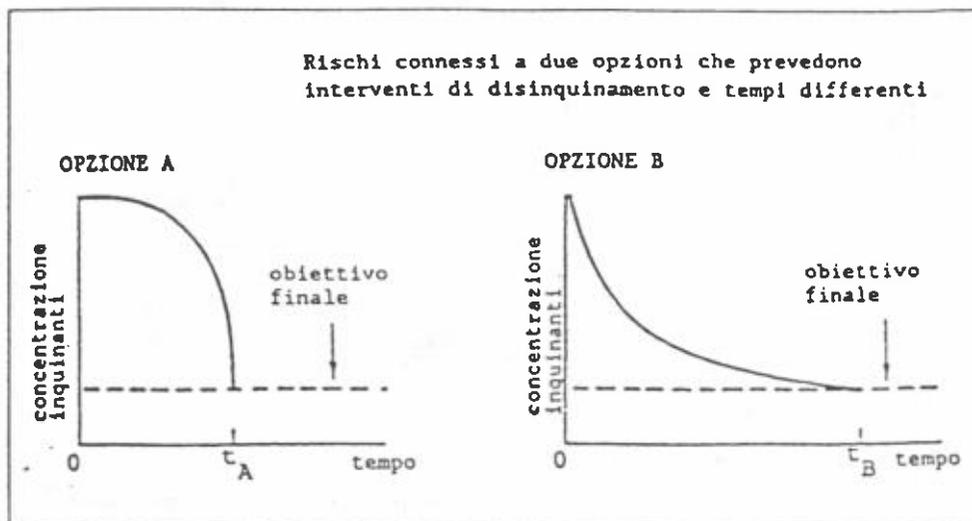
Beretta G.P. (1992) - "Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee". Pitagora Editrice, Bologna

U.S. Environmental Protection Agency (1988) - "Guidance for Conducting Remedial Investigation and Feasibility Studies under CERCLA".

Livello di approfondimento degli studi idrogeologici da realizzare per la progettazione degli interventi di bonifica e disinquinamento.

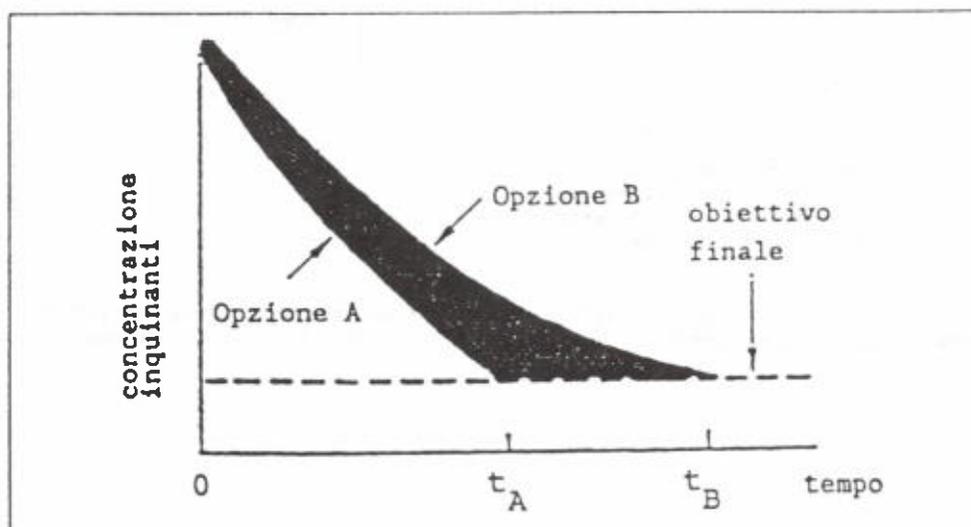
Livello	alto	medio	basso
Tipologia di sistema di disinquinamento			
Tecnologie di contenimento			
Copertura con terreno impermeabile		x	
Copertura con asfaltatura			x
Copertura con sistema di impermeabilizzazione	x		
Diaframmi in cemento/bentonite	x		
Drenaggio delle acque superficiali		x	
Tecnologie di rimozione			
Escavazione del terreno		x	
Scavo o dragaggio di sedimenti			x
Pompaggio dei rifiuti liquidi			x
Rimozione di bidoni		x	
Drenaggio di gas da discariche		x	
Estrazione di acque sotterranee	x		
Tecnologie di trattamento			
Incenerimento on-site			x
Incenerimento off-site			x
Lavaggio del terreno	x		
Biodegradazione	x		
Estrazione di vapore dal suolo	x		
Termodistruzione			x
Strippaggio			x
Carboni attivi			x
Fanghi attivi		x	
Precipitazione di metalli			x
Scambio ionico			x
Sedimentazione/filtrazione			x
Trattamento off-site e riciclo			x
Solidificazione			x
Tecnologie di stoccaggio			
Discarica off-site	x		
Discarica on-site	x		
Discarica on-site di rifiuti assimilabili agli urbani	x		
Scarico in collettore fognario		x	
Scarico in acque superficiali		x	
Reiniezione di acqua	x		
Infiltrazione di acqua	x		
Tecnologie varie			
Trasporto			x
Approvvigionamento idrico con risorse idriche alternative esistenti			x
Approvvigionamento idrico con risorse idriche alternative da reperire	x		
Controllo delle acque sotterranee	x		
Restrizioni dell'accesso al sito			x

Tabella 1



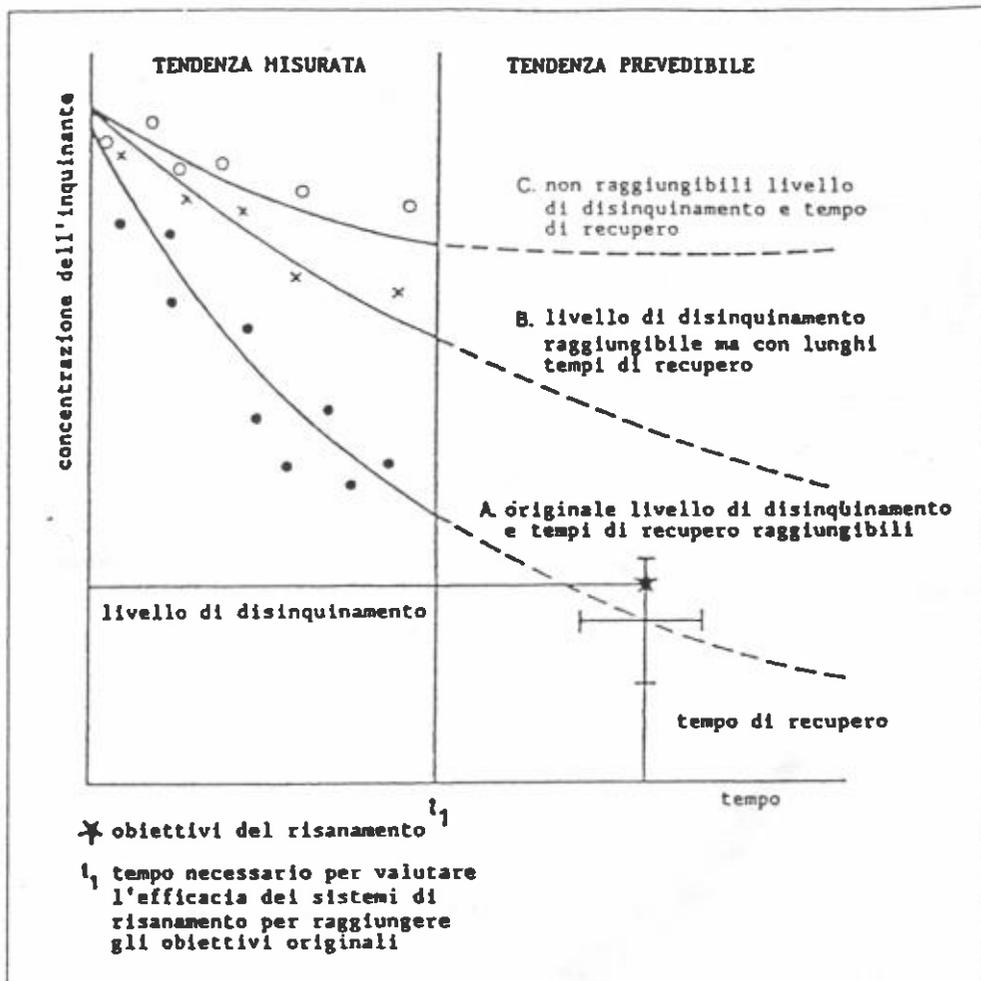
Rischio connesso all'adozione di due opzioni di intervento che richiedono diversi sistemi e tempi di disinquinamento (da Harris R.H., 1990 modificato).

Figura 1



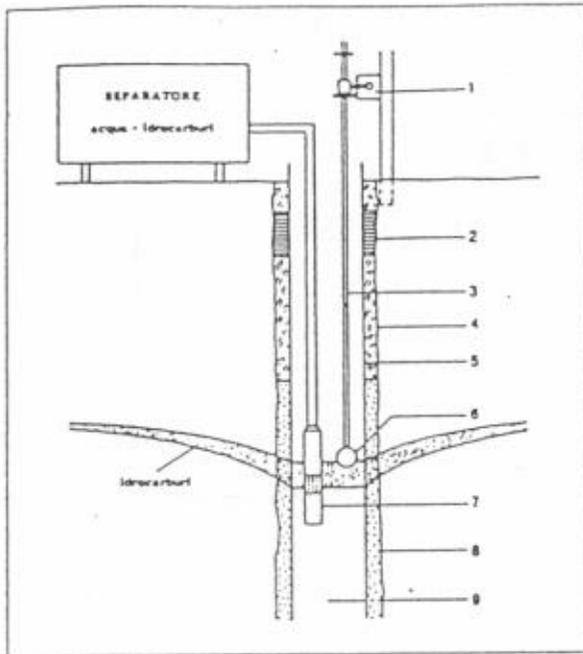
Rischio connesso a due opzioni di intervento che richiedono tempi differenti, ma sistemi di disinquinamento simili (da Harris R.H., 1990 modificato).

Figura 2



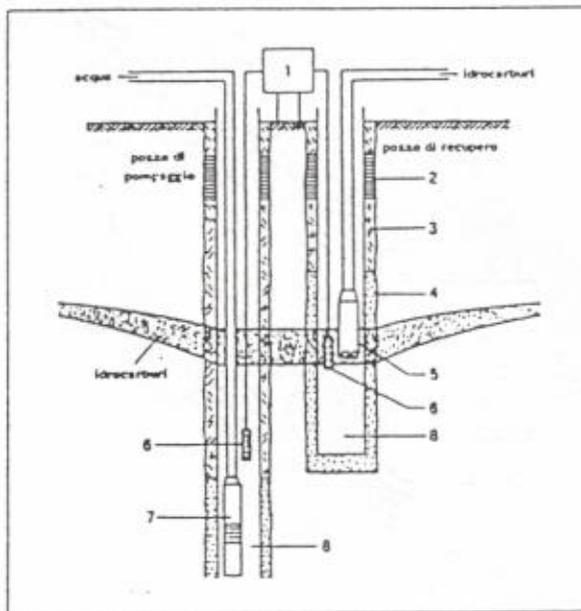
Previsione delle prestazioni degli interventi mediante analisi dei risultati iniziali della rete di controllo (da Wasseraug S.R., Corbett C.J., 1990 modificato).

Figura 3

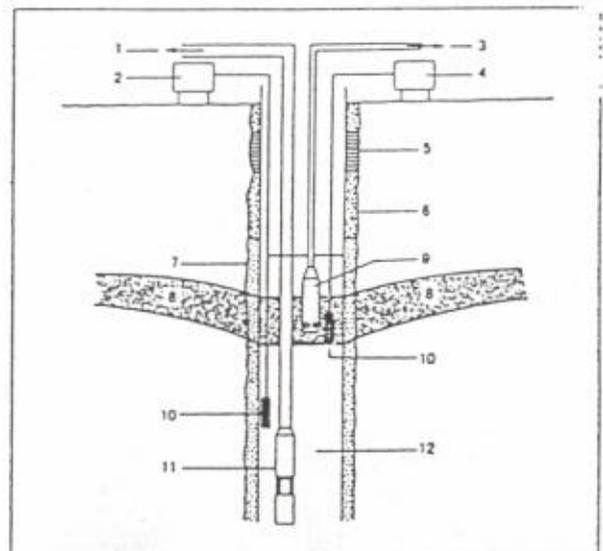


Recupero degli idrocarburi da un pozzo mediante una sola pompa: 1) controllo galleggiante, 2) cementazione, 3) astina, 4) riempimento, 5) tubazione di rivestimento, 6) galleggiante, 7) pompa sommersa, 8) dreno e 9) filtri (da Chiesa G., 1988).

Figura 4a



Recupero degli idrocarburi da due pozzi e due pompe: 1) controllo, 2) cementazione, 3) riempimento, 4) dreno, 5) pompa di recupero degli idrocarburi, 6) sondina di controllo degli idrocarburi, 7) pompa dell'acqua e 8) filtri (da Chiesa G., 1988).



Recupero degli idrocarburi da un pozzo munito di due pompe: 1) acqua, 2) controllo della pompa dell'acqua, 3) idrocarburi, 4) controllo della pompa degli idrocarburi, 5) cementazione, 6) riempimento, 7) dreno, 8) fascia di idrocarburi, 9) pompa degli idrocarburi, 10) sondina di controllo degli idrocarburi, 11) pompa di recupero dell'acqua e 12) filtri (da Chiesa G., 1988).

Figura 4c

Figura 4b

SCHEMA INTERVENTI DI BONIFICA

FASI DELLA BONIFICA

- 1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE
- 2 EMUNGIMENTO DELL'ACQUA
- 3 ASPORTAZIONE DEL NUCLEO
- 4 ASPIRAZIONE DELL'ARIA

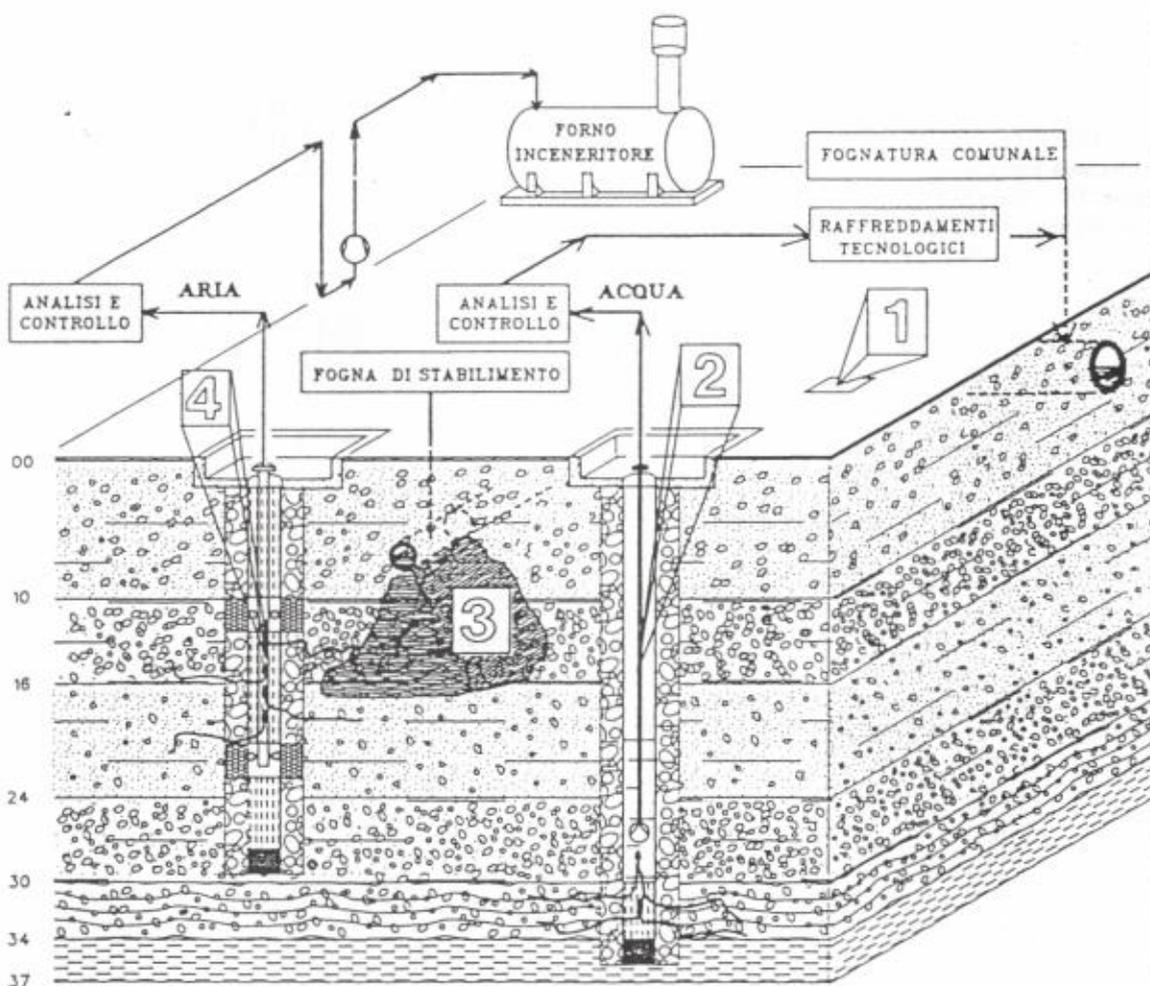
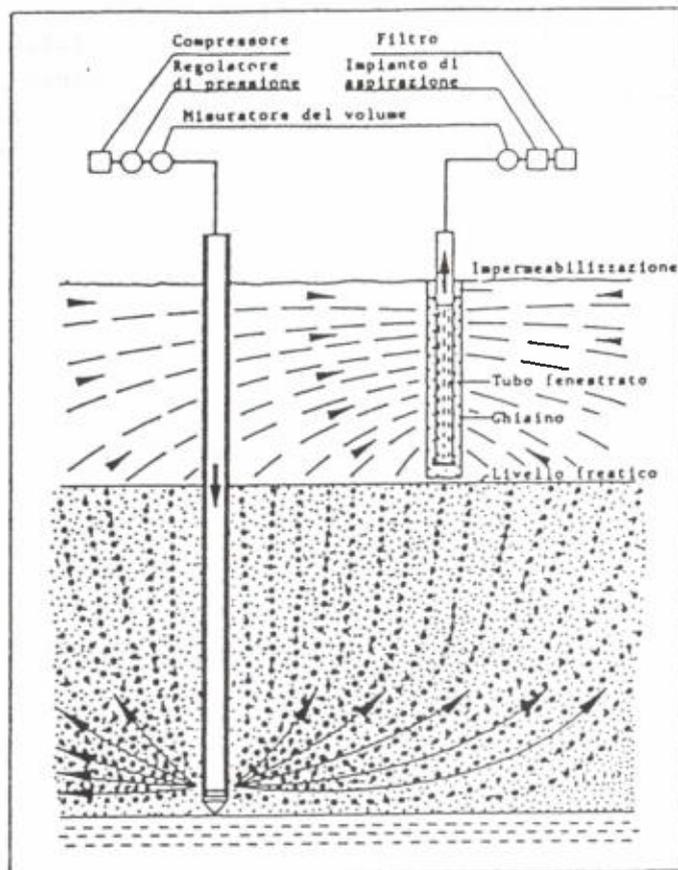
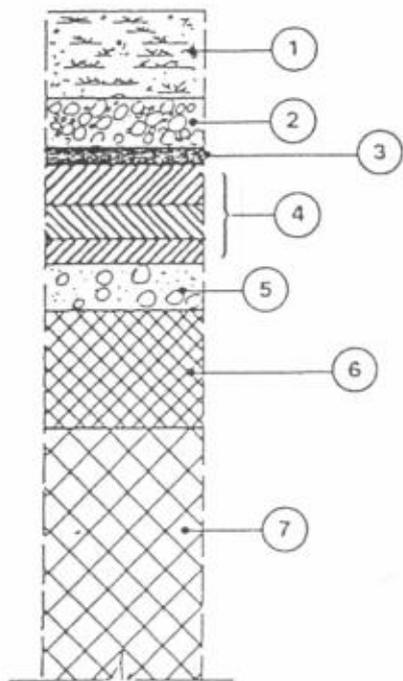


Figura 5 (da Provincia di Milano, 1991)



Schema del processo di areazione delle acque sotterranee con estrazione dell'aria (da Cadrobbi L., Holzwarth W., San Nicolò L., 1990).

Figura 6



- 1 - Terreno di coltura
- 2 - livello drenante
- 3 - geomembrana
- 4 - impermeabilizzazione naturale (argilla), minimo 3 strati
- 5 - livello di captazione biogas
- 6 - livello di regolarizzazione
- 7 - massa di terreno contaminata o di rifiuti

Figura 7 (da ETC.8-ISSMFE, 1991)

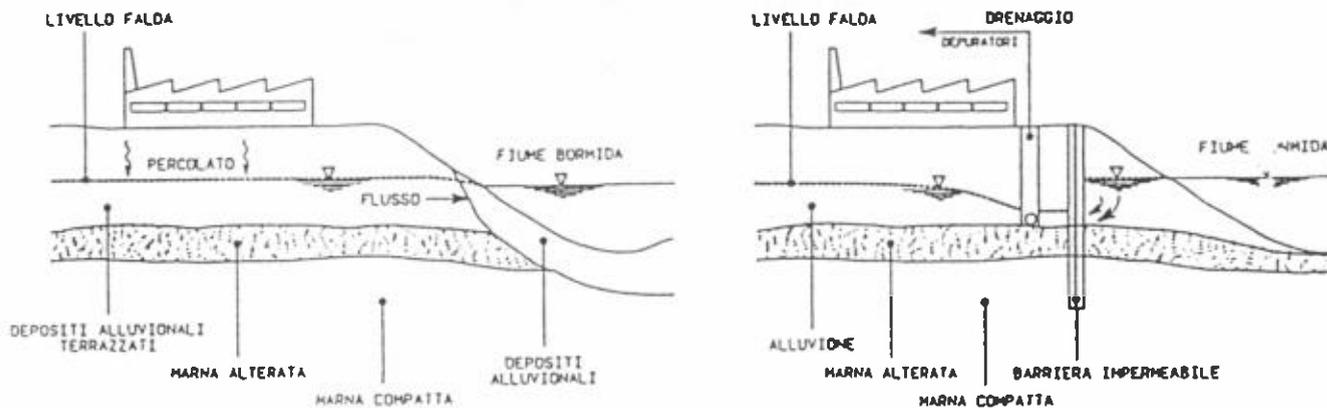
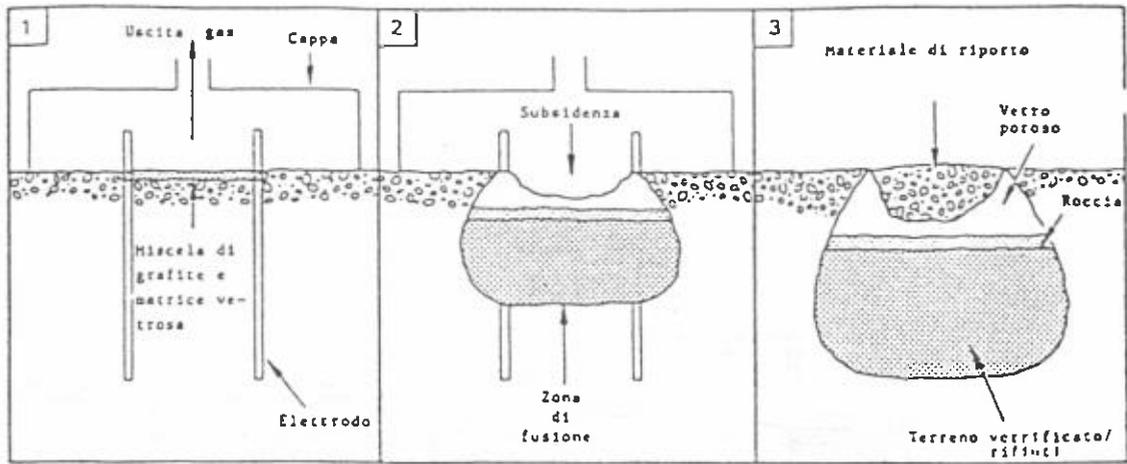
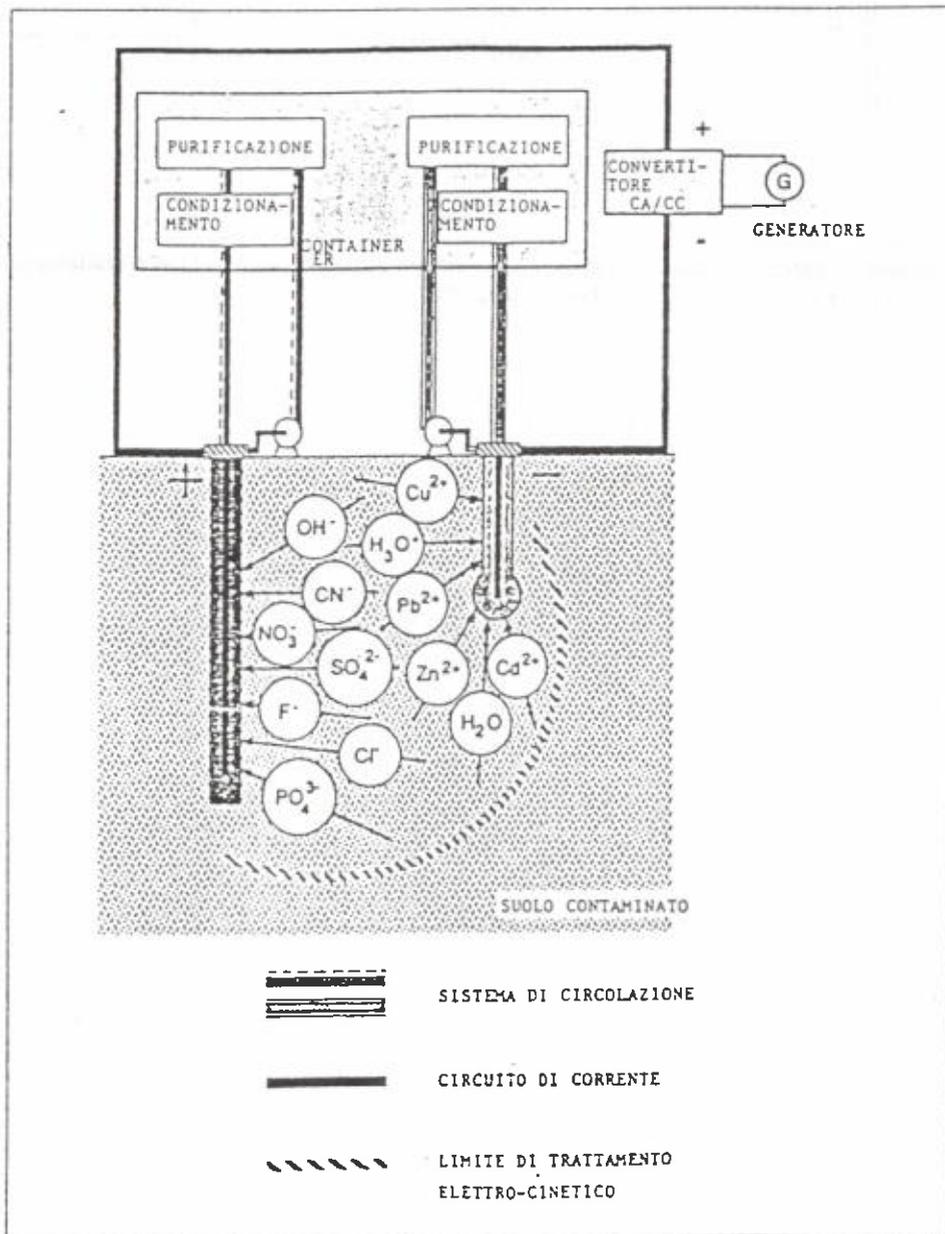


Figura 8 (da De Paoli B., Marcellino P., 1992)



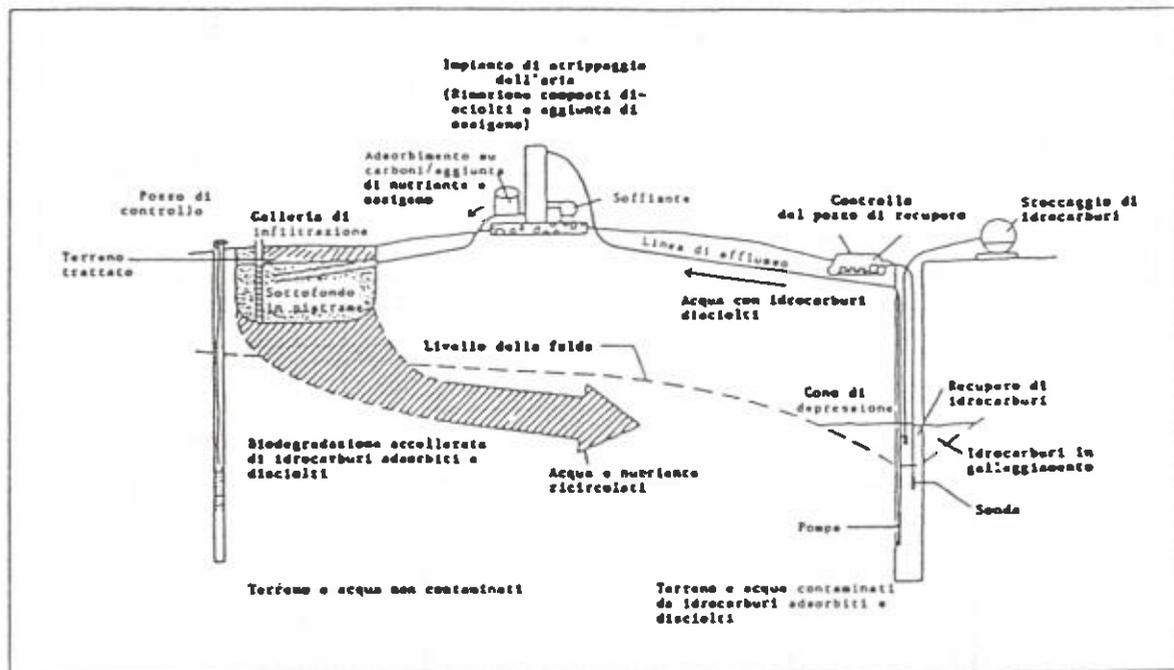
Schema del processo di vetrificazione in sito (da FitzPatrick V.F., Timmerman C.L., Buelt J.L., 1987).

Figura 9



Schema di funzionamento del processo di «Electro-Reclamation» (da Lageman R., 1991).

Figura 10



Schema del sistema adottato per il disinquinamento dell'acquifero con il metodo di trattamento biologico in sito a North Babylon, Long Island, U.S.A. (da Peterc L.J., 1988).

Figura 11

INDAGINI PER LA DECONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE.

Fabio Colombo(*)

1. PREMESSA

Il problema della decontaminazione delle acque sotterranee in Provincia di Milano è molto complesso.

Infatti lo stato di contaminazione delle acque sotterranee è preoccupante. A dimostrazione di ciò è sufficiente esaminare la cartografia dei composti organo-alogenati totali di recente pubblicazione (Provincia di Milano, 1992).

In una situazione di questo tipo, molteplici sono gli obiettivi dello studio di risanamento delle acque sotterranee.

Infatti ripristinare la qualità delle acque sotterranee entro i limiti di potabilità e bonificare la sorgente contaminante si pone come obiettivo di minima. Oltre a questo si deve necessariamente raggiungere la salvaguardia del bilancio idrogeologico e l'ottimizzazione del rapporto tempi necessari al disinquinamento/costi di realizzazione e di gestione.

Gli obiettivi dello studio di risanamento sopra descritti possono essere perseguiti unicamente a partire da una corretta pianificazione e realizzazione della fase delle indagini.

Tale fase deve essere condotta nel modo più accurato possibile, compatibilmente con la complessità ed importanza del problema, al fine di conoscere con dettaglio tutti gli aspetti del flusso delle acque sotterranee e della veicolazione della contaminazione.

Gli studi e le esperienze compiute hanno permesso di mettere a punto una sintesi di tipo metodologico, applicabile ad un range molto esteso di casi, differenti tra loro per struttura idrogeologica, eterogeneità nella distribuzione dei parametri, tipologia di sorgente e di contaminante presente in falda. Indicazioni verranno pure illustrate circa la presenza di contaminanti nel suolo (zona non satura).

In questa nota i casi reali di studio sono riassunti in tre differenti categorie, che al punto 1 (paragrafo 2) vedremo illustrati come "A", "B" e "C". Queste categorie corrispondono all'incirca alla terminologia "semplice", "media" ed "alta complessità", relativa al sistema struttura idrogeologica - tipologia della sorgente - dimensioni del fenomeno.

2. METODOLOGIA DI INDAGINE PER LA DECONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Di seguito viene illustrata una proposta metodologica originale per le indagini per la decontaminazione delle acque sotterranee.

Tale proposta riprende sia le linee fondamentali che la sequenza delle fasi di studio della procedura "idrogeochimica", tradizionalmente applicata in Lombardia.

Per i casi maggiormente complessi tali fasi sono completate con l'inserimento di elaborazioni e strumenti di calcolo suggeriti dalle attuali tendenze della ricerca scientifica. Dalle esperienze fatte su casi reali di studio è emerso infatti come questi nuovi strumenti permettano l'elaborazione di un accurato modello concettuale del sottosuolo, scopo della fase di indagine.

2.1 Differenziazione dei casi di studio.

Nel paragrafo precedente si è illustrata l'importanza della fase di indagine come elemento essenziale per ottimizzare i molteplici e complessi obiettivi del disinquinamento.

Dovendo elaborare e proporre una metodologia di indagine che abbia i presupposti fondamentali per poter essere applicata a molteplici situazioni, occorre necessariamente

(*) Sezione GEOLOGIA APPLICATA, D.S.T.M., Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32, 20133 Milano.

differenziare i casi di studio e quindi raggrupparli in categorie.

Si e' ritenuto corretta la seguente suddivisione basata su tre tipologie di episodi di inquinamento:

A: inquinamenti che si sono originati da sorgenti di dimensioni medio-piccole, con attivita' ben localizzabile sia nello spazio che nel tempo e con contaminazione di un solo acquifero (monostrato), caratterizzato da parametri idrogeologici non variabili in modo apprezzabile alla scala del fenomeno (mezzo omogeneo).

Si tratta del caso piu' semplice, che si riscontra abbastanza frequentemente, per la cui risoluzione, poste le condizioni sopra elencate, si e' dimostrata molto affidabile la procedura idrogeochimica (riportata in diversi lavori, ad esempio Beretta, 1991), che utilizza metodi "tradizionali" e le cui fasi sono riassunte in Tabella 1.

B: inquinamenti prodotti da sorgenti di media rilevanza ambientale, interessanti un mezzo che puo' essere ricondotto al caso di monostrato-eterogeneo.

Questa tipologia e' la piu' comune (si veda ad esempio Colombo, 1991).

C: sorgenti di particolare rilevanza ambientale che hanno prodotto (o potenzialmente sono in grado di produrre) un livello di inquinamento elevato, sia per le dimensioni areali del pennacchio inquinante che per la pericolosita' delle sostanze contaminanti.

Da un punto di vista idrogeologico questo caso rientra generalmente in una schematizzazione di mezzo eterogeneo (derivante, ad esempio, dalle dimensioni dell'area) che deve essere studiato in campo tridimensionale per valutare una possibile migrazione verso acquiferi profondi (multistrato).

Un esempio di questa classe puo' essere costituito dal polo chimico di Rho-Pero.

Di seguito sono riportate in modo dettagliato le fasi in cui si articola l'indagine.

2.2 Censimento dei dati.

Il censimento dei dati e' la fase che preliminarmente si compie e riguarda tutto il materiale disponibile per l'area in esame. I dati da censire sono prevalentemente di tipo idrogeologico ed idrochimico e sono di seguito illustrati:

- studi precedentemente condotti (geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici, geofisici, ecc);
- base cartografica a differenti scale;
- stratigrafie ed ubicazione delle perforazioni effettuate
- eventuali prove effettuate direttamente in foro o su campioni (prove di pompaggio, log, analisi granulometriche, ..);
- dati termo-pluviometrici;
- dati di prelievo da pozzo e tipo di utilizzo delle acque;
- valori ed oscillazioni dei livelli piezometrici;
- accertamenti analitici della qualita' delle acque, del suolo ed eventualmente della fase gassosa presente nel sottosuolo;
- ubicazione dei centri di pericolo presenti, con particolare attenzione a quelli posti a monte del pennacchio inquinante e potenzialmente responsabili della contaminazione delle acque sotterranee.

La ricerca copre generalmente un'area molto piu' estesa di quella che presumibilmente si ritiene interessata dal fenomeno. I motivi di tale scelta sono i seguenti:

- l'estensione della ricerca verso aree poste a monte, rispetto al flusso idrico sotterraneo, e' giustificata dalla accurata ricerca ed identificazione della sorgente della contaminazione (condizione necessaria in Lombardia per avviare le procedure presso la Regione atte ad intraprendere la fase di risanamento (L.R. 62/85) (Regione Lombardia, 1985));
- verso valle in modo da poter prevedere l'andamento futuro della propagazione del contaminante in falda e quindi per allarmare punti di captazione posti in zone a rischio;

- lateralmente per poter delimitare l'estensione del pennacchio in oggetto di studio da altri che si trovassero in posizione limitrofa e per studiare l'influenza del prelievo di pozzi posti in tali settori sulla direzione di propagazione.

In generale e' possibile delineare il seguente ordine di grandezza per le diverse tipologie:

A: per questi casi, in presenza di una sorgente ben identificata nello spazio e nel tempo e struttura idrogeologica semplice, l'area da censire e' generalmente di qualche km²;

B: per una sorgente di media importanza con problematiche piu' complesse, sia legate al flusso idrico sotterraneo che alla localizzazione ed al tipo di attivita' della sorgente, l'area e' dell'ordine della decina di km²;

C: per questi casi la fase di censimento dei dati presenta estensione dell'ordine della centinaia di km².

Lo studio e' prima completato nelle sue fasi a scala regionale in modo da delineare il quadro idrogeologico complessivo e tutti gli elementi che interagiscono nella definizione del bilancio idrogeologico dell'area. La densita' delle informazioni necessarie deve essere naturalmente adeguata alla vastita' dell'area di studio.

La redazione del progetto di disinquinamento e' condotta in uno studio successivo condotto alla scala locale. Questo implica un aumento nella densita' dei dati richiesta e quindi l'esecuzione di nuove prove di terreno, sia con metodi diretti che indiretti.

Naturalmente questa fase di raccolta delle informazioni esistenti, sia per quanto riguarda l'area da censire sia per la tipologia delle informazioni, puo' essere solo delineata a priori e puo' essere definitivamente messa a punto solo in corso d'opera.

I dati disponibili relativi a perforazioni possono essere sintetizzati in una base di dati (cartacea o elettronica a seconda della mole di dati da gestire), nella quale siano riportate le seguenti informazioni:

- . codice identificativo, denominazione e proprieta';
- . ubicazione (coordinate chilometriche Gauss-Boaga);
 - . tipo di captazione (pozzo, piezometro, sondaggio, ...);
 - . quote del piano campagna e del riferimento (m s.l.m.);
- . stato del pozzo ed utilizzo dell'eventuale acqua estratta
 - . localizzazione intervalli fenestrati
 - . diametri di perforazione e della colonna di produzione
- . livello statico e dinamico al collaudo e valore della portata emunta;
 - . prelievo medio istantaneo e quantitativi emunti all'anno.

A queste vanno aggiunte informazioni circa prove eventualmente effettuate in foro (quali prove di pompaggio, di portata, log, etc...), dati storici circa il livello piezometrico e la qualita' dell'acqua.

2.3 Primi elaborati sulla base dei dati esistenti.

Le elaborazioni dei dati raccolti nella prima fase dello studio, dovrebbero permettere il conseguimento dei seguenti obiettivi:

1. ricostruzione della struttura idrogeologica dell'area attraverso i seguenti elaborati:

- sezioni idrogeologiche poste in direzioni ortogonali tra loro, corrispondenti alle direzioni di massima e minima propagazione del flusso idrico sotterraneo.
Il completamento di tali sezioni permette di delineare nelle tre dimensioni un quadro attendibile delle geometrie dei corpi idrici sotterranei e degli aquitardi a loro interposti e quindi, per ogni pozzo censito, aggiornare la banca dati con le quote (della base e del tetto) e gli spessori di tali corpi.
Relazionando queste informazioni con la posizione dei tratti fenestrati dei pozzi, e' possibile suddividere le opere di captazione sulla base delle falde captate. Questo aspetto riveste particolare interesse nella fase di programmazione delle campagne di acquisizione di nuovi dati sul terreno, illustrate al paragrafo 2.4;
- carta della base dell'aquifero superficiale (generalmente sede di una falda libera) (m s.l.m.), carta dello spessore degli orizzonti semipermeabili (m) e carta dello spessore utile degli acquiferi profondi (m).
Gli elaborati sopra descritti sono realizzati generalmente ad isolinee e si rivelano molto utili ai fini di quantificare sull'areale gli andamenti dei parametri idrogeologici, compreso il fattore di fuga, regolatore della quantita' di acqua scambiata nella direzione verticale tra acquiferi sovrapposti.
Inoltre tali elaborati sono essenziali nei casi di studio ("B" e "C") qualora fosse necessaria l'implementazione di modelli matematici di flusso e trasporto.
Sulla base delle esperienze fatte e di quelle riportate nella letteratura (Matheron, 1970) appare consigliabile l'utilizzo di procedure di tipo geostatistico ai fini di ottenere la rappresentazione ad isolinee delle varie grandezze. Queste procedure oltre a fornire elaborazioni piu' accurate, permettono di quantificare il grado di attendibilita' della stima prodotta. Quindi evidenziare sia zone carenti di informazioni, che punti anomali o zone dove la struttura presenta un comportamento micro-regionalizzato e quindi necessita di un infittimento delle informazioni.
Le varie fasi necessarie per ottenere una corretta rappresentazione delle grandezze idrogeologiche sono riportate in Tabella 2.
- tracciamento di carte storiche delle isopiezometriche (m s.l.m.) e di grafici relativi alle oscillazioni dei livelli piezometrici;
- definizione della facies idrochimica naturale delle falde presenti, di carte storiche ad isoconcentrazioni delle sostanze ritenute di interesse e del loro andamento nel tempo. Questa operazione permette di segnalare e cartografare i livelli anomali, sia delle sostanze naturalmente presenti nelle acque sotterranee che di sostanze di origine antropica, rispetto ai tenori medi del fondo;
- stima dei parametri idrogeologici (trasmissivita' e conducibilita' idraulica) secondo il metodo di Cassan (Cassan, 1980), utilizzando dati riportati sulle stratigrafie, relativi alle caratteristiche fisiche dell'opera ed alla prova di collaudo del pozzo (raggio del pozzo, lunghezza dei filtri e portata specifica), unitamente al valore del gradiente idraulico della falda.
Il valore ottenuto puo' differenziarsi fino ad un ordine di grandezza rispetto a quello ottenibile da una prova di pompaggio (e generalmente il metodo sottostima i parametri). Cio' nonostante questa elaborazione e' particolarmente utile soprattutto per i pozzi che captano una singola falda, ai fini di ricostruire in modo rapido la distribuzione dei parametri idrogeologici sull'areale di studio e quindi per valutare il grado di eterogeneita' dell'aquifero.
Inoltre i risultati permettono una ubicazione delle successive prove di pompaggio mirata alla specificita' del caso.

La scala di lavoro degli elaborati cartografici viene opportunamente tarata rispetto alle dimensioni dell'area di studio. A livello generale e' sconsigliabile, anche per il caso "C",

l'utilizzo di cartografie a scala superiore a 1:25.000.

La sintesi dei dati raccolti e di questi primi elaborati e' costituita dalla formulazione di un primo modello concettuale del sottosuolo.

Per modello concettuale si intende una schematizzazione semplificata del sistema fisico reale, nella quale sono riassunte e trovano giustificazione tutte le informazioni disponibili. Migliore sara' la qualita' e la densita' di tali informazioni, tanto piu' il modello concettuale sara' in grado di descrivere in modo corretto i fenomeni reali.

In particolare nel modello concettuale sono evidenziati gli acquiferi presenti e le condizioni al contorno naturali, le direzioni del deflusso idrico sotterraneo e quindi le zone di alimentazione-recapito delle acque sotterranee.

Riassumendo, gli elementi che concorrono alla definizione del modello concettuale sono i seguenti (Anderson, Woessner, 1992):

- suddivisione della struttura idrogeologica in unita' idrostratigrafiche (unita' comprendenti una parte o diverse unita' geologiche dotate di proprieta' idrogeologiche simili od assimilabili come tali per gli scopi dello studio);
- identificazione e stima quantitativa delle varie voci del bilancio idrico (avvalendosi dei dati a disposizione e di eventuali analisi quantitative della morfologia della superficie piezometrica);
- sistema di flusso (rapporti del flusso idrico sotterraneo con corsi d'acqua superficiali, affioramenti del substrato e similari).

Nella fase di formulazione di un modello concettuale si evidenziano elementi di giudizio circa la complessita' idrogeologica e l'eventuale presenza di settori carenti di dati, per i quali si richiede un approfondimento del punto 2.2.

Le complicazioni di tipo idrogeologico derivano generalmente o direttamente dalla struttura idrogeologica o dall'influenza sulla morfologia della superficie piezometrica di elementi naturali (precipitazioni, fontanili, precipitazioni, limiti idrogeologici, rapporto con il terreno non saturo, etc.) od antropici (emungimento dei pozzi, zone di ricarica artificiale, irrigazioni, etc.).

Il grado di complessita' del caso di studio e' di importanza fondamentale per l'impostazione delle fasi di acquisizione di nuovi dati e per la scelta degli strumenti di elaborazione piu' opportuni. In questa fase specifica puo' infatti emergere la necessita' di avvalersi, oltre ai normali metodi di risoluzione analitica, di strumenti di calcolo piu' complessi come i modelli matematici numerici.

2.4 Campagna di acquisizione dati.

La ricostruzione idrogeologica preliminare e la conseguente formulazione di un primo modello concettuale del sottosuolo evidenziano tra l'altro i meccanismi di ricarica ed i rapporti tra le falde profonde e quelle superficiali, nonche' i livelli di contaminazione delle acque sotterranee.

Queste informazioni, unitamente alle informazioni desunte dalle stratigrafie dei pozzi, sono indispensabili al fine di identificare i punti di ubicazione delle reti di misurazione sia dei livelli che della qualita' delle acque.

Particolare cura deve essere posta nella definizione della rete di misurazione sia per quanto concerne la densita' dei dati necessari che per la scelta dei pozzi della rete, che devono essere "omogenei", nel senso devono avere elementi filtranti che captano la stessa falda ed unicamente quella. Errori nell'impostazione delle reti di rilevamento comporterebbero inopportune perdite non solo di informazioni, ma anche di tempo e denaro.

Il problema dell'ottimizzazione delle reti di rilevamento e' trattato da Beretta et Al. (1993).

Per quanto riguarda in particolare la rete idrochimica, in presenza di acquiferi eterogenei e lenti di materiale a bassa permeabilita', assume particolare rilevanza la posizione sulla verticale dell'elemento filtrante dei piezometri di controllo.

Nei pressi della zona sorgente, infatti, occorre studiare in modo approfondito la componente verticale del flusso idrico sotterraneo. La stessa attenzione va posta anche per la realizzazione

dei piezometri atti ad identificare il nucleo della contaminazione stessa (punto 5) (Colombo, Beretta 1992).

L'elaborazione idrogeologica ed idrochimica dei dati raccolti ci fornisce una descrizione completa dello stato attuale del fenomeno di inquinamento.

L'indagine prosegue a questo punto in una direzione diversa da quella seguita precedentemente. L'obiettivo che si pone è di fondamentale importanza e consiste nell'individuare la sorgente della contaminazione e quindi attribuirne la responsabilità.

Sulla base dei dati idrochimici in possesso dovrebbe già essere possibile produrre una stima ragionevole della localizzazione della sorgente e quindi impostare la successiva campagna di acquisizione dati in situ.

2.5 Accertamenti sulla zona di origine dell'inquinamento.

L'indagine per accertare la provenienza della contaminazione serve per poter indicare nel modo più possibile univoco i responsabili dell'inquinamento delle acque sotterranee, al fine di procedere successivamente al recupero dei contributi finanziari eventualmente concessi dalla Regione per la realizzazione dell'intervento di disinquinamento.

La tipologia, l'ubicazione e la quantità delle indagini da eseguire può essere pianificata solo in modo indicativo e sarà oggetto di cambiamenti in corso d'opera per adattarsi ai seguenti principali elementi:

- estensione dell'area da investigare;
- modalità di inquinamento delle acque sotterranee, a seconda cioè che la sorgente sia costituita da serbatoi interrati, pozzetti superficiali, pozzi perdenti o altro);
- grado di contaminazione del terreno non saturo;
- caratteristiche della sostanza contaminante.

Gli accertamenti possono avvalersi sia di prospezioni dirette che indirette.

In Tabella 3 sono elencati i metodi più utilizzati, ricordando che i metodi indiretti possono essere molto utili in presenza di superfici estese per evidenziare la zona maggiormente contaminata, ma che ad esse devono fare seguito le prospezioni dirette.

Tra queste si segnala in particolare l'analisi del gas interstiziale. Questa metodologia, di recente applicazione in Italia, si è dimostrata molto utile per la ricerca e delimitazione del nucleo della contaminazione e per finalizzare l'ubicazione delle prospezioni meccaniche dirette.

Questi risultati sono ottenuti direttamente in situ in tempi rapidi e con costi contenuti. Il campo di applicazione è naturalmente limitato a sostanze che presentano una fase volatile significativa. Tra queste si segnalano in particolare i composti organo-alogenati (tra i quali il tricloroetilene, il cloroformio, il diclorometano, il tetracloruro di carbonio, ..) e gli idrocarburi leggeri in generale (LNAPL (light non-aqueous phase liquid)).

2.6 Parametrizzazione dell'acquifero.

2.6.1 Parametri idrogeologici.

La risoluzione corretta del campo di moto delle acque sotterranee permette di descrivere con sufficiente precisione la propagazione dei contaminanti, in particolare quella dei cosiddetti "traccianti ideali".

Infatti, nonostante la componente dispersiva giochi un ruolo importante nella propagazione, è pur vero che il moto del baricentro del pennacchio inquinante può essere descritto accuratamente con la sola componente advettiva (tenuto conto dell'eventuale "fattore di ritardo").

La componente advettiva non è altro che la velocità di filtrazione media delle acque sotterranee e quindi risulta dal prodotto della conducibilità idraulica ($k(m/s)$) per la cadente piezometrica (i) per l'inverso della porosità efficace (n_e).

La conducibilità idraulica può essere determinata con diverse metodologie, ognuna delle quali fornisce un diverso grado di attendibilità (Beretta, 1992).

La precisione richiesta per studi di disinquinamento puo' essere soddisfatta solo da prove di pompaggio, con monitoraggio dei livelli anche nei piezometri vicini. Queste prove ci permettono di ricavare non solo la conducibilita' idraulica, ma anche gli altri parametri idrogeologici dell'acquifero (trasmissivita', rendimento specifico o coefficiente di immagazzinamento, fattore di fuga).

Il numero di prove e la scelta dei pozzi varia da caso a caso. In generale se per casi molto semplici (tipologia "A") puo' essere sufficiente una sola prova di pompaggio, nei casi "C" l'ordine di grandezza diventa la decina.

La tipologia della sorgente puo' richiedere anche la parametrizzazione del terreno non saturo. In questo caso, anche se la conducibilita' idraulica varia al variare del grado di saturazione, per i nostri scopi le prove sono generalmente condotte a saturazione.

La presenza di sostanze volatili puo' inoltre rendere necessario determinare la permeabilita' del terreno non saturo all'aria o mediante l'effettuazione di prove in situ, molto simili alle prove di pompaggio che si effettuano negli acquiferi, oppure tramite stima dei parametri con relazioni piu' o meno empiriche.

2.6.2 Parametri idrodispersivi.

La determinazione dei parametri idrodispersivi (costituiti essenzialmente dalle dispersivita' nelle tre direzioni, dalla velocita' effettiva di filtrazione e dalla porosita' cinematica) richiede l'effettuazione di prove idrochimiche con impiego di traccianti.

E' preferibile disporre di un sistema costituito da un punto di immissione e piezometri di controllo ubicati in modo opportuno a valle, sia lungo la direzione del flusso idrico sotterraneo che ortogonalmente, anche se alcuni metodi permettono l'utilizzo di un solo pozzo (utilizzando il cosiddetto "tempo di sparizione").

I valori assunti dalla dispersivita' risentono del fattore di scala. Per questo motivo i valori ottenuti tramite prove sperimentali, investigando un tratto di acquifero di pochi metri, non possono essere utilizzati per studiare pennacchi inquinanti di dimensioni di uno o due ordini di grandezza superiori (Rinaldo, 1991).

La quantificazione di questo fenomeno complesso viene fatta o tramite l'impiego della geostatistica (studio della distribuzione della conducibilita' idraulica e quindi dell'eterogeneita' del mezzo) o piu' semplicemente consultando abachi sperimentali (Schroeter, 1984).

2.7 Interazione tra inquinante e matrice dell'acquifero.

Il transito di sostanze contaminanti attraverso la matrice solida dell'acquifero puo' innescare dei processi di interazione i quali possono attenuare le concentrazioni degli inquinanti o quanto meno rallentare la propagazione nelle acque sotterranee.

Per questo motivo la fase di indagine non puo' ritenersi conclusa senza uno studio accurato e specifico che chiarisca l'interazione tra le sostanze contaminanti e la matrice solida dell'acquifero nel quale sono contenuti.

I principali fattori che determinano questo comportamento possono essere riassunti in processi fisici, chimici e biologici, i piu' noti dei quali sono rispettivamente la dispersione, le reazioni acido-base, di ossido-riduzione e di adsorbimento-desorbimento, ed infine la biodegradazione.

Per alcuni tipi di inquinante tale comportamento e' di semplice comprensione e molto documentato in letteratura. Per gli altri sara' necessario ricorrere al giudizio di esperti qualificati del settore.

Competenze di tipo interdisciplinare sono in ogni caso molto utili al fine duplice di formulare in modo corretto il problema e quindi risolverlo nel modo ottimale.

3. CONCLUSIONI

In Tabella 4 sono riportate in modo sintetico le fasi dell'indagine idrogeologica per la realizzazione del progetto di risanamento della qualita' delle acque sotterranee. Tali fasi sono state differenziate sulla base delle tre tipologie ("A", "B", "C") descritte al paragrafo 2.1.

La conclusione della fase di indagine coincide con l'inizio della fase progettuale.
La qualità di tale intervento sarà direttamente proporzionale alla qualità delle informazioni raccolte ed alla qualità delle elaborazioni effettuate nella fase di indagine.
Da ultimo si vuole sottolineare l'importanza e l'aiuto che può derivarci da una corretta formulazione del modello concettuale.

BIBLIOGRAFIA

Anderson M.P., Woessner W.W. (1992) - Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport. Academic Press Inc, San Diego, California.

Beretta G.P., Francani V., Pagotto A. (1984) - "Soluzione di alcuni problemi idrogeologici mediante l'analisi quantitativa della superficie piezometrica". Acque sotterranee, n. 3, settembre, Milano

Beretta G.P. (1991) - Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee. Collana Quaderni di tecniche di protezione ambientale, a cura di Zavatti A., n.18. Pitagora Editrice Bologna.

Beretta G.P., Pranzini G., Colombo E. (1993) - "Studi per la ottimizzazione della rete di rilevamento dei livelli piezometrici dell'area Pistoia-Prato-Firenze." Di prossima pubblicazione.

Cassan M. (1980) - "Les essais d'eau dans la reconnaissance des sols". Eyrolles, Paris

Chiesa G. (1988) - "Inquinamento delle acque sotterranee. Metodi di indagine e di studio per la bonifica e la gestione delle acque inquinate". Editore Ulrico Hoepli, Milano.

Colombo E. (1991) - "Ottimizzazione dell'efficacia dei pozzi di disinquinamento il relazione alla struttura idrogeologica." In Atti del 1° Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata, Gargnano (BS), 22-23 ottobre, Dip.to Scienze della Terra, Un. Studi di Milano.

Colombo E., Beretta G.P. (1992) - "Ubicazione ottimale di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee per la sorveglianza di una discarica di R.S.U." Atti del II Convegno dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata (Viterbo, 28-31 ottobre, 1992). [Pubblicazione n. 727 del G.N.D.C.I. - C.N.R., Linea di Ricerca 4 (Resp. Prof. M. Civita)]

Comune di Milano (1978) - "Inquinamento della falda acquifera sotterranea milanese e provvedimenti conseguenti". A cura della Ripartizione Ecologia ed Igiene Ambientale, Milano. Francani V.

Francani V., Ferlisi M. (1990) - "Considerazioni sulle modalità per la determinazione del tempo di stabilizzazione degli inquinamenti". Atti 1° Conv.Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, vol.3, 20-22 settembre, Marano sul Panaro (Modena)

Gelhar L.J. (1986) - "Stochastic subsurface hydrology from theory to applications". Water Resour.Res., vol.22, n.9

Matheron G. (1970) - "La théorie des variables régionalisées et ses application". Les cahiers du C.M.M., vol.5, Fontainebleau

Mc Carty P., Reinhard M., Rittman B.E. (1981) - "Trace Organics in Groundwater". Environ.Sci.Technol., vol.15

Provincia di Milano (1991) - "Catasto pozzi pubblici 1991." A cura dell'Assessorato all'Ambiente.

Provincia di Milano (1992) - "Indagine sulla presenza dei composti organo alogenati nelle acque di falda della Provincia di Milano." A cura della Provincia di Milano, Comune di Milano, Consorzio per l'Acqua Potabile, U.S.S.L. 75/III, in collaborazione con la Sezione Geologia Applicata, D.S.T.M., Politecnico di Milano, Milano.

Regione Lombardia (1985) - "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature - Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento." Boll. Uff. della Regione Lombardia, 3° Suppl. Ordinario al n.22, 31 maggio 1985, L.R.n.62.

Rinaldo A. (1991) - "Sulla dispersione di soluti in formazioni porose eterogenee". Atti 1° Conv.Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, vol.3, 20-22 settembre, Marano sul Panaro (Modena)

Schroter J. (1984) - "Mikro-und Makrodispersivitat poroser Grundwasserleiter". Meyniana, vol.36, Kiel

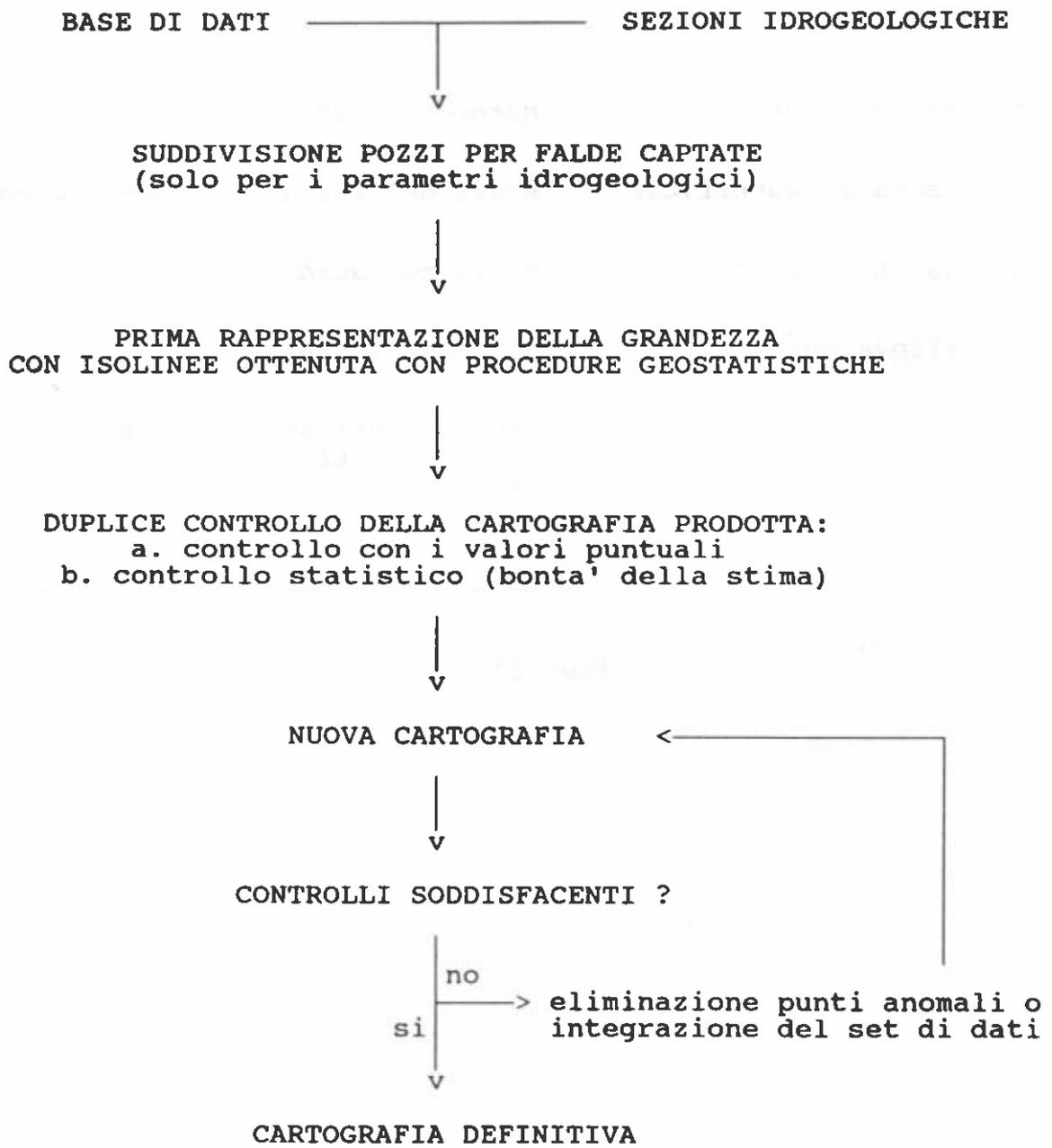
UNESCO (1980) - "Aquifer contamination and protection". Project 8.2 of the International Hydrological Programme, Paris

INDAGINI PER IL DISINQUINAMENTO: PROCEDURA IDROGEOCHIMICA

1. Censimento dei dati
 2. Primi elaborati
 3. Campagna di acquisizione
 4. Accertamenti sulla sorgente
 5. Parametrizzazione acquifero (idrogeologica ed idrodispersiva)
 6. Interazione contaminante matrice-solido
 7. Conclusioni
-

Tabella 1

Tabella 2: CARTOGRAFIA PARAMETRI FISICI ED IDROGEOLOGICI



PRINCIPALI PROSPEZIONI PER LO STUDIO DELLE AREE CONTAMINATE

Metodi indiretti	Metodi diretti
. geofisica di superficie	. scavi del terreno (manuali o con
. geofisica in foro	mezzi meccanici)
. telerilevamento	. sondaggi meccanici
	. accertamenti analitici delle tre fasi presenti (solida, liquida e gassosa)

Tabella 3

Tabella 4: FASI IN CUI SI ARTICOLA LA METODOLOGIA DI INDAGINE

<u>TIPOLOGIA</u>	<u>FASI DI INDAGINE (*)</u>
C o m p l e s s i t a' c r e s c e n t e	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Caso "A"</div> <div style="margin-right: 10px;">→</div> <div>Applicazione della metodologia idrogeochimica classica (Tab. 1).</div> </div>
	↓ v
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Caso "B"</div> <div style="margin-right: 10px;">→</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> .Modello concettuale preliminare .Programmazione campagne piezometriche prove di pompaggio e sondaggi diretti ed indiretti .Cartografia con metodi geostatistici .Reticolo di flusso anche nella direzione verticale .Accertamento della sorgente .Parametri idrodispersivi .Comportamento contaminante in falda .Modello analitico di flusso .Modello analitico di trasporto .Modello concettuale finale </div> </div>
	↓ v
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">Caso "C"</div> <div style="margin-right: 10px;">→</div> <div> <p><u>1. a scala "regionale":</u></p> <ul style="list-style-type: none"> .Banca dati pozzi, parametri e analisi .Struttura idrogeologica 3D </div> </div>

(segue)

- .Modello concettuale "regionale"
- .Elaborazione geostatistica carte di base, tetto e spessore delle unita'
- .Ottimizzazione rete di rilevamento di livelli e qualita' delle acque
- .Campagna acquisizione dati di livelli e parametri idrogeologici; loro cartografia
- .Eventuali integrazioni geofisiche
- .Modello concettuale definitivo
- .Modello di flusso numerico 3D
- .Bilancio idrico sotterraneo
- .Reticolo di flusso 3D

2. a scala "locale":

- .Indagini conoscitive (in/dirette)
- .Prove per determinazione parametri idrogeologici ed idrodispersivi
- .Modello concettuale "locale" 3D
- .Modello di flusso numerico 3D
- .Modalita' funzionamento sorgente
- .Interazione matrice soluto e comportamento inquinante in falda
- .Modello di trasporto numerico 3D
- .Modello concettuale relativo al flusso ed al trasporto, basilare per la fase di progetto dell'intervento.

(*) L'estensione della area da investigare è stata definita al paragrafo 2.2.

Tabella 4

L'INQUINAMENTO DELLE ACQUE DA PARTE DI COMPOSTI ORGANICI ED INORGANICI

Prof. Dott. Paolo Berbenni

L'inquinamento chimico dell'ambiente è da oltre dieci anni una preoccupazione crescente delle autorità sanitarie e degli ambienti scientifici. Quattro milioni di molecole sono state isolate nel corso degli ultimi decenni, molecole naturali o di sintesi. Ogni anno vengono immessi sul mercato da 200 a 1000 prodotti nuovi; la diffusione mondiale di prodotti chimici è stimata 100-150 milioni di tonnellate all'anno.

Delle 60000-80000 molecole commercializzate, 1500 si trovano nei pesticidi, 4000 nei medicinali, 3500 come additivi alimentari, il resto viene utilizzato nelle attività industriali, in agricoltura e nei prodotti di largo consumo (1). Sull'insieme di queste molecole di uso commerciale, l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente americana (EPA) considera che 2000 siano sospette cancerogene, anche se il numero di quelle sicuramente tali è di gran lunga inferiore (circa 30). Da parte sua l'OCDE segnala che le sostanze organiche tossiche o potenzialmente tossiche risultano essere 32 (2). Nella Tabella 1 sono riportati alcuni composti sospetti o ritenuti mutageni e cancerogeni ritrovati nelle acque potabili, con la loro frequenza in almeno 14 località.

Una sostanza chimica organica diventa un potenziale inquinante delle acque quando: la quantità impiegata e quindi scaricata è elevata; c'è scarsa ritenzione da parte del suolo ed elevata persistenza sia della sostanza tal quale sia dei prodotti di trasformazione; gli effetti tossici, in particolare per l'uomo, sono importanti.

I principali esempi di inquinanti organici, a parte le sostanze naturali, che si possono ritrovare nelle acque sono i seguenti. - Oli minerali: si tratta di complesse miscele di composti, per lo più idrocarburi alifatici, aromatici, naftenici. Ad esempio: n-alcani, alcani ramificati, benzene ed alchinaftaleni (BTX); naftalene ed alchinaftaleni; idrocarburi policiclici aromatici

'Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento del Politecnico di Milano (antracene, fenantrene, pirene, benzopirene) derivati dalla combustione di petrolio, rifiuti, legno, ecc. - Solventi clorurati: ritrovati per la prima volta negli anni '70 nelle acque superficiali, come conseguenza della disinfezione delle acque con cloro, e nelle acque sotterranee, immessi direttamente come scarichi delle attività produttive (galvaniche e trattamenti superficiali), attraverso pozzi perdenti, i solventi clorurati sono composti tossici sui quali si è accentrata l'attenzione del legislatore. La concentrazione massima ammissibile (MAC) nell'acqua destinata al consumo umano è di 30 µg/l. Si tenga presente che 1 kg di solventi clorurati "potenzialmente" inquina 40000 m³ di acque. - Pesticidi (erbicidi, insetticidi): l'uso di pesticidi in agricoltura è ormai diventata una pratica usuale in tutto il mondo. Gli agricoltori utilizzano oltre 100 tipi di pesticidi, formulati in più di 5000 prodotti commerciali suddivisi in erbicidi (30%), insetticidi (33%), fungicidi (24%). Nel 1979 la produzione mondiale è stata di 2 miliardi di Kg. La diffusione di fitofarmaci in Italia presenta valori che si aggirano ad una decina di Kg. per ettaro. L'andamento del consumo dei principali fitofarmaci è riportato nella Figura 1.

Figura 1 - Andamento del consumo dei principali fitofarmaci, distinti per composizione del principio attivo (5) - Idrocarburi policiclici alogenati: si tratta di miscele (si conoscono 209 possibili strutture chimiche) che si ritrovano nell'ambiente. - Ftalati: composti utilizzati come pestificanti. - Fenoli policlorurati: un esempio è dato dal pentaclorofenolo, utilizzato come conservante del legno, fungicida, ecc. - Nitrofenoli: si tratta di acidi deboli impiegati come erbicidi, coloranti, ecc. - Detergenti (tensioattivi, complessanti, sbiancanti ottici): tensioattivi cationici, anionici, non ionici. Agenti complessanti NTA, EDTA. - Esteri fosforici: utilizzati come ritardanti di fiamma nella produzione delle materie plastiche.

A ciascuno di (questi gruppi di prodotti corrisponde un elevato numero di molecole, aventi strutture e proprietà chimico-fisiche diverse. Composti molto simili possono avere tossicità molto differenti. I 1 j più frequenti contaminanti ritrovati nelle acque sotterranee in prossimità di discariche di rifiuti solidi sono riportati nella Figura 2.

Figura 2 - I 15 più frequenti contaminanti organici presenti nelle acque sotterranee (6) A questi si aggiungono i microinquinanti provenienti dal trattamento e distribuzione dell'acqua e i composti derivati dal metabolismo di esseri viventi, ad esempio attinomiceti ed alghe blu. La geosmina e il 2-metilisoborneolo, le cui formule di struttura sono riportate nella Figura 3, sono dei composti identificati come responsabili della maggior parte degli odori delle acque potabili. La geosmina ha un pronunciato odore di terra ed é rilevabile all'odorato a concentrazioni di 20-40 ng/l (parti per trillione). Anche i fenoli, i solventi clorurati, il gasolio, la benzina, la nafta, i pesticidi, ecc., conferiscono all'acqua odori caratteristici particolari.

Figura 3 - Formula strutturale della geosmina e del 2-metilisoborneolo

Per alcuni dei composti o gruppi di composti sono stati fissati dei valori limite di accettabilità, recepiti nelle normative comunitarie e dei singoli Stati membri. Per altri, come quelli riportati nella Tabella 2. sono stati proposti dei valori guida.

- Fertilizzanti (nitrati): l'uso eccessivo di fertilizzanti, i concimi chimici, i fanghi residui degli impianti di depurazione, i composti che vengono incorporati nel terreno per mantenere numerosi effetti secondari o accrescere la produttività al fine di massimizzare le rese per ettaro, può avere numerosi effetti secondari indesiderabili. L'impiego eccessivo di concimi azotati può originare, per effetto del fenomeno della lisciviazione, l'infiltrazione verso le falde di grandi quantità di nitrati. L'intensità del fenomeno è legata a numerosi fattori quali la quantità e il tipo di principio attivo impiegato, le caratteristiche del terreno, la coltura interessata e l'epoca in cui il fertilizzante è stato usato. Secondo alcune stime, la percentuale di azoto che può essere trasportata per lisciviazione verso la falda è compresa, nelle condizioni medie, tra il 17 e il 25%. Questo significa che, per le condizioni che si riscontrano in alcune regioni nord-occidentali europee, dove l'apporto annuale di azoto è di 180 Kg/ha, 3045 Kg vengono lisciviati. Per contro, nelle aree non coltivate la quantità di nitrati che subisce il fenomeno rappresenta meno di 3 Kg/ha all'anno. L'inquinamento delle acque sotterranee da parte dei nitrati pone gravi problemi per l'approvvigionamento di acqua potabile. L'ingestione eccessiva di nitrati tramite l'acqua e gli alimenti rappresenta un rischio potenziale per la salute, in particolare per i neonati. L'OMS raccomanda di limitare a 45 mg/l il tenore di nitrati nelle acque. Le direttive della Comunità Economica Europea relative alle caratteristiche qualitative dell'acqua potabile prevede una concentrazione massima di nitrati di 50 mg/l. In Francia, nei Paesi Bassi, in Germania, nel Regno Unito, si sono segnalati aumenti significativi del tenore di nitrati nelle falde più profonde. L'uso eccessivo dei composti azotati può determinare inoltre l'aumento del tenore di azoto nei raccolti fatto che, dal punto di vista della salute pubblica, è nocivo quanto l'ingestione tramite acqua. La constatazione che l'impiego dei fertilizzanti azotati è fortemente aumentata nei Paesi industrializzati negli ultimi 10 anni, la previsione che il loro uso dovrebbe accrescersi del 2-3% per anno nei prossimi anni, le osservazioni delle notevoli differenze nelle quantità utilizzate nei vari Paesi OCSE andando dai 79 Kg/ha per l'Italia, 85 Kg/ha per la Grecia, 118 Kg/ha in Francia, 198 Kg/ha per il Regno Unito e 552 Kg/ha per i Paesi Bassi, lascia immaginare quale minaccia incomba sull'ambiente in numerosi Paesi OCSE.

Tecnologie di trattamento per la rimozione degli inquinanti La riduzione dei microinquinanti organici dalle acque può essere fatta utilizzando differenti processi, che vanno dalla aerazione alla coagulazione-flocculazione, all'ossidazione, al trattamento biologico, all'adsorbimento su carbone attivo o altri materiali (3).

Le tecnologie di trattamento per la rimozione dei contaminanti organici o classi di contaminanti, indicate dall'EPA (4) e riportate nella Tabella 3, prendono in considerazione i processi di: coagulazione e filtrazione; adsorbimento su carbone attivo in polvere e in granuli; aerazione nei suoi diversi sistemi; ossidazione con differenti ossidanti (cloro, biossido di cloro, ozono, permanganato, perossido di idrogeno, radiazioni ultraviolette); processi a membrana, in particolare l'osmosi inversa. L'efficacia di ciascun tipo di trattamento dipende dalla natura e dalla concentrazione del contaminante, nonché dalla presenza o meno di un pretrattamento. La polarità e la volatilità (misurata dalla costante di Henry) delle molecole rappresentano importanti parametri per definire la tecnologia da adottare.

Tra i composti inorganici l'attenzione va rivolta da una parte ai metalli tossici, dall'altra ad alcuni elementi che la normativa indica come "indesiderabili", quali ferro, manganese, nitrati e solfati. A questi si può aggiungere il parametro della "durezza". Attualmente l'attenzione è rivolta ai nitrati, la cui concentrazione nelle acque sotterranee in molte aree supera il valore limite di 50 mg/l come NO_3^- . Le tecnologie per la rimozione dei contaminanti inorganici presenti come cationi, anioni o molecole, sono basate su due proprietà caratteristiche: la valenza e la solubilità in acqua. I più comuni trattamenti sono: la precipitazione, la coprecipitazione, l'adsorbimento, lo scambio ionico, l'osmosi inversa e l'elettrodialisi, la combinazione di due o più delle tecnologie ricordate. Altri trattamenti includono l'ossidazione e riduzione, lo stripping, il trattamento biologico. L'efficienza di 9 processi di rimozione di contaminanti inorganici sono riportati nella Tabella 3. Per quanto riguarda i nitrati l'EPA, tra le diverse tecnologie disponibili per la rimozione dei nitrati, cita lo scambio ionico e l'osmosi inversa.

Bibliografia

- (1) Maes M., "Le risque majeur industriel", Etude 72, Centre del Prospective et d'Evaluation, Paris, 1986. (
- 2) OCDE, "L'etat de l'Environnement- 1985".
- (3) OMS, "Removal of mecanic and inorganic micropollutants from drinking water", Report ICP-CWS 059, 1987.
- (4) Smith J., "Technologies for upgrading existing or designing new drinking water treatment facilities", USEPA, March 1990.
- (5) Andreoni V., Ranalli G., Sorlini C., "Fitofarmaci e loro impatto sull'ambiente"? atti Convegno Confederazione Italiana Coltivatori, Spoleto 19-20 Dicembre 1985? Editrice Monteverde, Roma, 1987.
- (6) Plumb J. e Pitchford, cit. da Baccini P., "The landfill: reactor and final storage", Springer Verlag, Berlin, 1989.

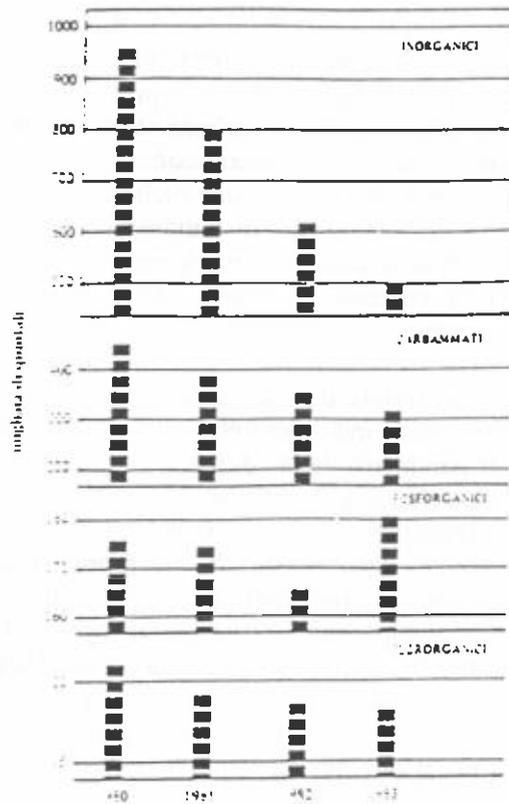


Figura 1 - Andamento del consumo dei principali fitofarmaci, distinti per composizione del principio attivo (5)

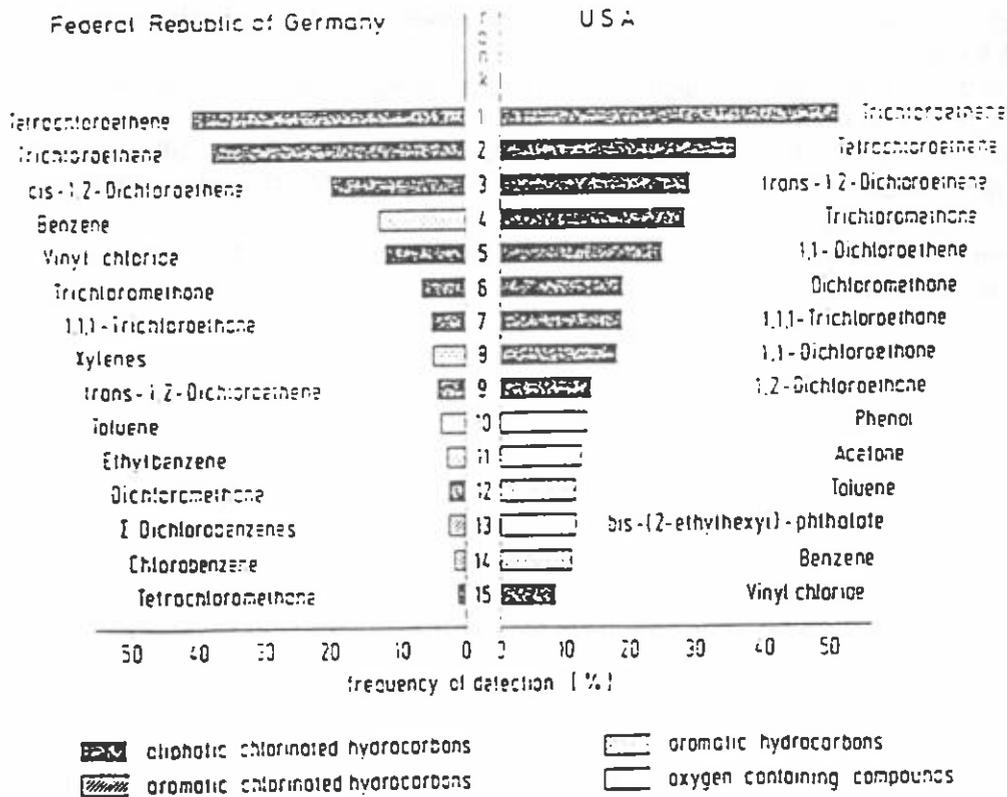


Figura 2 - I 15 più frequenti contaminanti organici presenti nelle acque sotterranee (6)

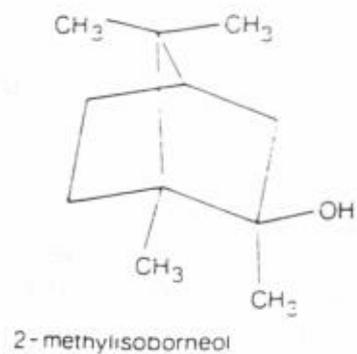
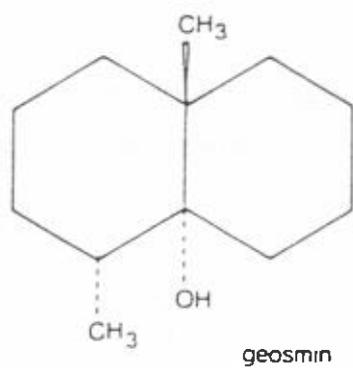


Figura 3 - Formula strutturale della geosmina e del 2-metilisoborneolo

Tabella 1- Alcune sostanze sospette o riconosciute cancerogene, mutagene e promotrici, identificate in acque potabili

(M = Mutagen, C = Carcinogen, P = Promoter)

Compound	Frequency*	Type
Benzene	13	C
1-Bromobutane	1	M
Bromochloromethane	2	M
Bromodichloromethane	14	M
Bromoform	14	M
Carbon tetrachloride	6	C
Chlorodibromomethane	14	M
Chloroform	14	C
n-Decane	14	P
Decanoic acid	3	P
Decanol	1	P
1,2-Dichloroethane	1	M
1,2-Dichloroethylene	2	M
Dibromomethane	7	M
1,4-Dioxane	1	C
n-Dodecane	11	P
Eicosane	2	P
Fluoranthene	1	M
Hexachloroethane	1	C
9-Methyl-fluorene	3	M
Octadecane	7	P
Phenanthrene	7	M
Phenol	5	P
Tetrachloroethylene	11	C
1,1,2,2-Tetrachloroethane	1	C
Tetradecane	8	P
Trichloroethylene	13	C/M
2,4,6-Trichlorophenol	1	C
2,4,5-Trichlorophenol	1	P
Undecane	12	P

* Frequency of occurrence in 14 supplies

Tabella 2 - Valori guida per alcuni composti o gruppi di composti

Group of compounds	Compound or group of isomers	Guideline value (µg/l)
<u>Chlorinated alkanes</u>	Carbon tetrachloride	3 (T)
	Methylene chloride	
	1,1,1-trichloroethane	
	1,1-dichloroethylene	0.3
	1,2-dichloroethylene	
	Trichloroethylene	30 (T)
	1,2-dichloroethane	10
	Tetrachloroethylene	10 (T)
<u>Polynuclear aromatic hydrocarbons</u>	Benzo-a-pyrene	0.01
<u>Pesticides</u>	DDT	1
	Aldrin + dieldrin	0.03
	Heptachlor/heptachlor epoxide	0.1
	2,4-D	100
	Chlordane	0.3
	Lindane (gamma-HCH)	3
	Methoxychlor	30
	Alpha HCH (3HC)	
	Beta HCH (3HC)	
	Hexachlorobenzene	0.01
	Triazine herbicides	
<u>Chlorobenzenes</u>	Chlorobenzene	
	1,2-dichlorobenzene	
	1,4-dichlorobenzene	
	Trichlorobenzenes	
<u>Chlorinated phenols</u>	2-chlorophenol	
	4-chlorophenol	
	2,4-dichlorophenol	
	2,5-dichlorophenol	
	2,4,5-trichlorophenol	
	2,4,6-trichlorophenol	10
	Pentachlorophenol	10
<u>Benzene and alkylaromatics</u>	Benzene	10
	Toluene	
<u>Trihalomethanes</u>	Chloroform	30
	Other trihalomethanes	

(T) - tentative limit

Tabella 3 - Treatment Technology Removal Effectiveness Reported for Organic Contaminants (percent)

Contaminant	Coagulation/ Filtration	GAC	PCA	PAC	Diffused Aeration	Oxidation ^a	Reverse Osmosis
Acrylamide	5	NA	0-29	13	NA	NA	0-97
Alachlor	0-49	70-100	70-100	36-100	NA	70-100	70-100
Aldicarb	NA	NA	0-29	NA	NA	NA	94-97
Benzene	0-29	70-100	70-100	NA	NA	70-100	0-25
Carbofuran	54-79	70-100	0-29	45-75	11-20	70-100	70-100
Carbon tetrachloride	0-29	70-100	70-100	0-25	NA	0-29	70-100
Chlordane	NA	70-100	0-29	NA	NA	NA	NA
Chlorobenzene	0-29	70-100	70-100	NA	NA	30-69	70-100
2,4-D	0-29	70-100	70-100	69-100	NA	W	0-65
1,2-Dichloroethane	0-29	70-100	70-100	NA	42-77	0-29	15-70
1,2-Dichloropropane	0-29	70-100	70-100	NA	12-79	0-29	10-100
Dibromochloropropane	0-29	70-100	30-69	NA	NA	0-29	NA
Dichlorobenzene	NA	70-100	NA	NA	NA	NA	NA
o-Dichlorobenzene	0-29	70-100	70-100	38-95	14-72	30-88	30-69
p-Dichlorobenzene	0-29	70-100	70-100	NA	NA	30-69	0-10
1,1-Dichloroethylene	0-29	70-100	70-100	NA	97	70-100	NA
cis-1,2-Dichloroethylene	0-29	70-100	70-100	NA	32-85	70-100	0-30
trans-1,2-Dichloroethylene	0-29	70-100	70-100	NA	37-96	70-100	0-30
Epichlorohydrin	NA	NA	0-29	NA	NA	0-29	NA
Ethylbenzene	0-29	70-100	70-100	33-99	24-89	70-100	0-30
Ethylene dibromide	0-29	70-100	70-100	NA	NA	0-29	37-100
Heptachlor	64	70-100	70-100	53-97	NA	70-100	NA
Heptachlor epoxide	NA	NA	NA	NA	NA	26	NA
High molecular weight hydrocarbons (gasoline, dyes, amines, humics)	NA	W	NA	NA	NA	NA	NA
Lindane	0-29	70-100	0-29	82-97	NA	0-100	50-75
Methoxychlor	NA	70-100	NA	NA	NA	NA	> 90
Monochlorobenzene	NA	NA	NA	14-99	14-85	86-98	50-100
Natural organic material	P	P	NA	P	NA	W	P
PCBs	NA	70-100	70-100	NA	NA	NA	95
Phenol and chlorophenols	NA	W	NA	NA	NA	W	NA
Pentachlorophenol	NA	70-100	0	NA	NA	70-100	NA
Styrene	0-29	NA	NA	NA	NA	70-100	NA
Tetrachloroethylene	NA	70-100	NA	NA	73-95	W	70-90
Trichloroethylene	0-29	70-100	70-100	NA	53-95	30-69	0-100
Trichloroethane	NA	70-100	NA	NA	NA	NA	NA
1,1,1-Trichloroethane	0-29	70-100	70-100	40-65	58-90	0-29	15-100
Toluene	0-29	70-100	70-100	0-67	22-89	70-100	NA
2,4,5-TP	63	70-100	NA	82-99	NA	30-69	NA
Toxaphene	0-29	70-100	70-100	40-99	NA	NA	NA
Vinyl chloride	0-29	70-100	70-100	NA	NA	70-100	NA
Xylenes	0-29	70-100	70-100	60-99	18-89	70-100	10-85

W = well removed.
P = poorly removed.
NA = not available.

^aThe specifics of the oxidation processes effective in removing each contaminant are provided in Chapter 6.

Note: Little or no specific performance data were available for:

1. Multiple Tray Aeration
2. Catenary Aeration
3. High Aeration
4. Resins
5. Ultrafiltration
6. Mechanical Aeration

Tabella 4 - Removal Effectiveness for Nine Processes by Inorganic Contaminant

Treatment	Contaminant																					
	Ag	As	As ^{III}	AsV	Ba	Cd	Cr	Cr ^{III}	Cr ^{VI}	F	Hg	Hg ⁽⁰⁾	Hg ^(II)	NO ₂	Pb	Ra	Rn	Se	Se ^(VI)	Se ^(IV)	U	
Conventional treatment	H	-	M	H	L	H	-	H	H	L	-	M	M	L	H	L	-	-	-	M	L	M
Coagulation aluminum	H	-	-	H	-	M	-	H	-	-	M	-	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-
Coagulation iron	M	-	-	H	-	-	-	H	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lime softening	-	-	M	H	H	H	-	H	L	M	-	L	M	L	H	H	-	-	-	M	L	H
Reverse osmosis and electrolysis	H	-	M	H	H	H	H	-	-	H	H	-	-	M	H	H	-	-	H	-	-	H
Cation exchange	-	L	-	-	H	H	-	H	L	L	-	-	-	L	H	H	-	-	L	-	-	H
Anion exchange	-	-	-	-	M	M	-	M	H	-	-	-	-	H	M	M	-	-	H	-	-	H
Activated alumina	-	-	H	-	L	L	-	-	-	H	-	-	-	-	-	L	-	-	H	-	-	-
Powdered activated carbon	L	-	-	-	L	M	-	L	-	L	-	M	M	L	-	L	-	-	-	-	-	-
Granular activated carbon	-	-	-	-	L	M	-	L	-	L	-	H	H	L	-	L	H	-	-	-	-	-

H = High = > 80% removal.
M = Medium = 20-80% removal.
L = Low = < 20% removal.
"-." = indicate no data were provided.

BIORISANAMENTO DEL SUOLO E DELLE ACQUE INQUINATI DA IDROCARBURI O DA ALTRI COMPOSTI TOSSICI: GENERALITA' SUI MICRORGANISMI SPECIALIZZATI NELLA BIODEGRADAZIONE

Giorgio Poli()*

Gli anni '80 potrebbero essere caratterizzati dalla presa di coscienza collettiva di quanto la qualità dell'ambiente sia realmente peggiorata. Poco si è fatto per rimediare a tale situazione: sono state varate molte leggi, ma poche comprendono, in realtà, adeguate norme giuridiche.

Oggi tutto ciò sta cambiando. Il nuovo atteggiamento cui stiamo assistendo in tutto il mondo, e in particolar modo nella CEE, riguarda la richiesta da parte dell'opinione pubblica di avere un ambiente più pulito. L'Europa sta assistendo a un'enorme domanda di recupero e di risanamento ambientale e di disinquinamento, soprattutto delle acque per approvvigionamento. I problemi ambientali sono emersi con maggiori dimensioni e costi di quanto era previsto in passato, e ciò è particolarmente vero per gli USA. La richiesta di tecnologie sicure per l'ambiente a costi contenuti non è mai stata così forte come oggi.

La tecnica di biorisanamento o biodegradazione è emersa come una delle principali tecnologie cui rivolgersi per risolvere questo problema di preoccupanti dimensioni. La biodegradazione è stata riconosciuta come un metodo non costoso e altamente efficiente per rimuovere i composti chimici tossici dai terreni e dalle acque sotterranee contaminate.

LA BIODEGRADAZIONE E LA SUA APPLICAZIONE AL BIORISANAMENTO

I microrganismi, presenti virtualmente in ogni habitat naturale, rappresentano un sistema efficientissimo di demolizione delle scorie naturali, in quanto sono in grado di catabolizzare una vasta gamma di composti organici presenti nel suolo e nelle acque: tale materiale organico rappresenta il substrato alimentare dei microrganismi, che lo degradano per realizzare i propri processi di crescita.

Pertanto, la biodegradazione è un **processo naturale** che si instaura nel terreno, nelle acque o in qualunque ambiente ove sia reperibile una fonte di nutrimento per i microrganismi che, attivati alla replicazione, sono poi in grado di utilizzare e quindi degradare i composti inquinanti, anche a elevata tossicità, ivi presenti.

Nel caso di inquinamento da sostanze non naturalmente presenti in quell'habitat, e quindi in assenza di adatti microrganismi indigeni "disinquinanti", sul terreno o nelle acque da trattare si possono distribuire ceppi batterici isolati altrove e capaci di degradare specificamente quel o quei contaminanti.

Nel caso, infine, che i composti inquinanti siano "xenobiotici", cioè prodotti organici di sintesi, non riscontrabili negli organismi viventi, può essere necessario modificare geneticamente i microrganismi, con la finalità di trasferire loro la capacità di degradare tali composti "innaturali".

Per qualunque tipo di intervento microbico, è necessario stimolare la moltiplicazione e l'attività dei microrganismi, applicando "fertilizzanti", cioè soluzioni bilanciate di sostanze nutritive (in genere azoto, fosforo e potassio).

Il principale vantaggio di questo tipo di intervento è che i composti inquinanti vengono, in genere, completamente demoliti, con produzione finale di CO₂ e H₂O; si parla cioè di **mineralizzazione della sostanza tossica**. Per di più, la replicazione dei microrganismi disinquinanti non avviene all'infinito: quando il fertilizzante aggiunto si esaurisce, i batteri muoiono, creando una biomassa che favorisce il ripopolamento dell'area contaminata, fornendo nutrimento al plancton e alle altre forme di vita.

(*) Istituto di Microbiologia e Immunologia Veterinaria, Università degli Studi di Milano

DISTRIBUZIONE DEI MICRORGANISMI IN NATURA E LORO RUOLO NELL'ECOSISTEMA E NELLE ATTIVITA' DELL'UOMO

I microrganismi sono presenti virtualmente ovunque. Si riscontrano, infatti, nel suolo, nell'acqua, nell'aria, nei cibi e in tutti i materiali e utensili che utilizziamo. La loro enorme varietà ne consente la sopravvivenza nelle condizioni più impensabili: microrganismi sono stati trovati nell'aria ad altezza di chilometri dal suolo; altri vivono in habitat assolutamente ostili per altre forme di vita, quali profondità oceaniche ad alta concentrazione salina e a pressioni imponenti; altri in ambienti molto acidi (addirittura nell'acido solforico) o in sorgenti calde naturali con temperature di 90 °C (e almeno un tipo cresce bene anche a 250 °C); altri ancora possono crescere nell'acqua distillata o deionizzata, utilizzando piccolissime quantità di metaboliti che si dissolvono dall'aria.

I microrganismi sono ovviamente presenti con maggior abbondanza dove trovano nutrimento, umidità e temperatura adatti al loro accrescimento e alla loro moltiplicazione. Poiché tali condizioni sono quelle in cui vivono ordinariamente animali e uomini, si spiega perché i microrganismi abitino tutte le superfici degli organismi viventi vegetali e animali (uomo compreso) e crescano abbondantemente nel cavo orale, nell'apparato respiratorio e nel tratto intestinale: un terzo del peso secco delle feci è rappresentato da batteri.

Talvolta non ci si rende conto della presenza di milioni di miliardi di microrganismi nei nostri corpi, in quanto normalmente questi microbi non stimolano risposte fisiologiche e non causano malattie. Tutti questi microrganismi innocui costituiscono la **flora microbica** e vivono in simbiosi con i loro ospiti.

Senza microrganismi ogni forma di vita presente sulla Terra finirebbe. Essi, infatti, sono in grado di decomporre ogni materiale organico morto in metaboliti semplici, che possono poi essere utilizzati dalle piante e da altri organismi fotosintetici. Come decompositori, i microbi svolgono una funzione di mineralizzazione, producendo carbonio, azoto, fosforo, zolfo, ecc., essenziali per il **ciclo biogeochimico**, che garantisce il flusso degli elementi nutritivi nella catena alimentare. Questo processo di riciclo consente alla Terra, con la sua limitata fonte di elementi nutritivi, di mantenere la continuità della vita.

Alcuni batteri e i cianobatteri contribuiscono, inoltre, alla fertilità del suolo, trasformando l'azoto atmosferico in composti più facilmente utilizzabili, attraverso un processo noto come **fissazione dell'azoto**. In effetti, sebbene l'atmosfera terrestre sia costituita per l'80% da azoto molecolare (N₂), la maggior parte degli organismi non è in grado di utilizzarlo in questa forma. E perciò indispensabile l'intervento di microrganismi fissatori dell'azoto che lo convertono in ammoniaca, che viene poi trasformata in sostanza organica (proteine e acidi nucleici) dalle piante. I più importanti fissatori di azoto sono i batteri del genere *Rhizobium*, che hanno un peculiare rapporto simbiotico con le leguminose: infettano le radici di queste piante, producendo i tipici **noduli radicalari**, contenenti centinaia di milioni di cellule batteriche.

Anche la produzione di carne per le nostre esigenze alimentari dipende dai microrganismi: i ruminanti, infatti, incapaci di digerire da soli la cellulosa, l'amido e la pectina che costituiscono la base della loro dieta vegetale, possono sfruttare tali sostanze grazie ai microrganismi celluloso-digestori che vivono nel loro rumine.

Ancora, alcuni dei nostri cibi, come i formaggi, sono prodotti ottenuti mediante l'azione di microrganismi che si sviluppano nel latte; e così avviene per la lievitazione del pane e per la produzione di alcune bevande alcoliche, grazie all'intervento di particolari microrganismi, i lieviti.

Ancora, la microbiologia industriale sfrutta da anni i microrganismi per ottenere prodotti diversi, quali supplementi e stabilizzanti alimentari, solventi, additivi e, ovviamente, farmaci.

Comunque, il più promettente settore in questo senso pare attualmente essere quello dell'ingegneria genetica, che consente di utilizzare i microrganismi, opportunamente programmati a livello genetico, per la produzione di alimenti, mangimi, farmaci, combustibili, fertilizzanti, metalli, materiali vari da costruzione e un'infinità di merci di consumo, altrimenti non producibili o producibili a costi economicamente svantaggiosi. La produzione di un

farmaco salvavita, quale l'insulina "umana" prodotta da batteri "ingegnerizzati", rappresenta l'esempio più eclatante di tale applicazione.

La moltiplicazione batterica non sempre porta a eventi benefici. Fra le conseguenze negative sono da menzionare la decomposizione di prodotti utili, la contaminazione di alimenti e bevande e, ovviamente, le numerose malattie dell'uomo, degli animali e delle piante.

BATTERI BIODEGRADANTI E LORO SFRUTTAMENTO NELLE TECNICHE DI BIORISANAMENTO

Non esiste, pertanto, sostanza naturale che non possa essere degradata (riciclaggio) dall'intervento dei microbi presenti nel suolo e nelle acque, a motivo delle attività cataboliche estremamente diversificate da questi espletate.

Ovviamente, un **prodotto** viene considerato **biodegradabile** se esistono già in natura microrganismi con un corredo cromosomico, e quindi enzimatico, tale da consentire loro di degradare la sostanza, utilizzandola per il loro sviluppo. In alcuni casi, i microrganismi hanno impiegato milioni di anni, durante l'evoluzione, per sviluppare determinate caratteristiche. Fra i composti organici contaminanti, che interessano il biorisanamento, vi sono pertanto sia quelli naturali (e, quindi, **biodegradabili**), quali gli idrocarburi, sia quelli di sintesi (solventi, plastiche, pesticidi, composti chimici vari) che, essendo estranei alla biosfera ("xenobiotici") sono per lo più non biodegradabili, per lo meno in tempi accettabili da parte dei microrganismi normalmente presenti in un determinato habitat.

Data l'enorme diversità e variabilità dei microrganismi diffusi sulla Terra, ciò non esclude che, in qualche habitat particolare, esistano già batteri capaci di demolire tali composti xenobiotici. D'altra parte, ceppi batterici specializzati nel demolire tali sostanze possono essere prodotti in laboratorio o naturalmente, cioè selezionando, in presenza del contaminante, ceppi mutati capaci di tale attività, oppure ingegnerizzando i batteri in modo da trasferire artificialmente il carattere desiderato.

Non esiste, infatti, sostanza che non possa venire degradata dall'intervento microbico: gomme, vernici, isolanti elettrici, tessuti e perfino metalli possono venire distrutti ad opera del metabolismo batterico.

Le proprietà di biodegradazione sono particolarmente spiccate nei batteri dei generi *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* e nei cosiddetti funghi microscopici filamentosi.

Pseudomonas, in particolare, è il più versatile per tali attività, sia nei confronti dei composti organici naturali, sia dei composti di sintesi, cioè i già citati xenobiotici. Tali caratteristiche sono dovute soprattutto al fatto che questi batteri, oltre ai geni localizzati nel loro cromosoma, veicolano informazioni genetiche addizionali, che sono immagazzinate nei plasmidi. I **plasmidi** sono minuscole molecole circolari di DNA a doppio filamento, extracromosomiali e, quindi, libere nel citoplasma, che possono replicarsi autonomamente e permanere nella cellula batterica per numerose generazioni. Contengono in genere da 50 a 100 geni che veicolano informazioni genetiche non essenziali per la sopravvivenza della cellula, per cui possono essere eliminati o facilmente trasferiti ad altri batteri. In particolare, i plasmidi codificano per caratteristiche accessorie, quali la sintesi di nuovi prodotti, le proprietà patogene verso animali e piante, la resistenza ai farmaci (ad esempio, agli antibiotici), la resistenza ai metalli pesanti o alle radiazioni ultraviolette e la capacità di catabolizzare substrati insoliti e, quindi, di vivere in habitat inospitali per i microrganismi che non li posseggono. In quest'ultimo caso, i batteri sono ricchi di plasmidi catabolici, capaci di demolire inquinanti altamente tossici per ogni altra forma di vita. Ciò giustifica la diffusione ubiquitaria soprattutto del genere *Pseudomonas* in suolo, acqua, aria, sedimenti, a composizione chimica più diversa e spesso innaturale per la maggior parte delle forme di vita.

Inoltre, la facile trasmissibilità dei plasmidi da ceppo a ceppo, nonché le frequenti mutazioni cui vanno incontro i batteri a livello sia cromosomico che plasmidico spiegano la facilità con cui possono comparire microrganismi dotati di nuove caratteristiche cataboliche e, quindi, la possibilità che si selezionino ceppi capaci di degradare anche composti di sintesi (xenobiotici) immessi nell'ambiente in tempi successivi, quali i composti aromatici a uso industriale (benzene, toluene, xilene, fenoli). Si tratta, quindi, di vie di salvataggio per i batteri che,

essendo così diversificati, traggono grande vantaggio dalla presenza di plasmidi trasferibili in pochi membri di una popolazione batterica, data la loro scarsa frequenza di utilizzazione rispetto ai geni del cromosoma.

I primi rilievi sui plasmidi catabolici risalgono al 1970, allorché nel laboratorio del Dr. Gunsalus dell'Università dell'Illinois vennero isolati dei ceppi di *Pseudomonas* in grado di trasferire ad altri ceppi (appunto tramite i plasmidi) la capacità di catabolizzare la canfora, gli alcani, i salicilati e il naftalene. Per quanto riguarda lo sfruttamento dei batteri per la biodegradazione (bonifica ambientale), possiamo ricondurre le tecniche di intervento alle tre seguenti:

1) **Potenziamento dell'attività di microrganismi già presenti nell'ambiente naturale** che si è contaminato (tale intervento è più noto con il termine anglosassone di " *bioaugmentation in bioremediation* "); in tal caso, è sufficiente fornire un'adatta soluzione nutritizia a base di azoto, fosforo e potassio, in modo da stimolare la moltiplicazione dei batteri, che poi sfrutteranno, quale nutrimento, lo stesso composto inquinante. Tale intervento è ovviamente possibile in habitat ove i batteri indigeni, ad attività catabolica per quel composto, abbiano già avuto modo di selezionarsi naturalmente.

2) Impiego *in situ* (direttamente sull'area contaminata) o *ex situ* (dopo trasposto del materiale contaminato in idonei impianti di trattamento) di **batteri provenienti da altri habitat naturali e amplificati in laboratorio**, capaci di degradare il composto inquinante. I batteri impiegati sono selezionati per l'azione specifica che esplicano sui contaminanti; si possono utilizzare ceppi diversi, sia aggiunti insieme, sia in applicazioni successive. Si possono così programmare gli interventi per lo smaltimento totale dei contaminanti.

3) Nel caso di composti xenobiotici, e quindi non facilmente biodegradabili da parte di microrganismi presenti in natura, è preferibile l'impiego *in situ* o *ex situ* di **batteri modificati, al fine di far acquisire la o le caratteristiche cataboliche** necessarie per la demolizione di specifici inquinanti. Tale approccio può essere realizzato allestendo in un fermentatore colture miste, ad esempio tra ceppi di *Pseudomonas*, già ricchi in plasmidi catabolici, e ceppi analoghi, isolati da discariche contenenti composti organici di sintesi; la replicazione di tali ceppi in laboratorio viene inoltre fatta avvenire in presenza del contaminante xenobiotico: è così possibile selezionare ceppi batterici che, per ricombinazione di materiale genetico proveniente da altri ceppi, hanno acquisito per vie naturali nuove caratteristiche cataboliche che si assommano a quelle già possedute e che consentono loro di degradare la molecola indesiderata attraverso vie metaboliche ibride.

L'approccio tecnologicamente più avanzato prevede, invece, il trasferimento di caratteri genetici mediante interventi di " **ingegneria genetica** " o "manipolazione dei geni". In questo caso, è possibile allestire in laboratorio nuove combinazioni di materiale ereditabile, ottenute mediante inserzione di molecole di acido nucleico (DNA), di provenienza naturale o di sintesi, in un batterio ospite in cui tali molecole non avrebbero mai potuto essere trasferite in condizioni naturali. Si parla in questo caso di microrganismi geneticamente modificati, più frequentemente designati con le sigle **GMO (Genetically Modified Organisms)** o **GEM (Genetically Engineered Microorganisms)**. Ovviamente, l'impiego dei GMO/GEM implica la necessità di conoscere il destino e gli effetti causati all'ecosistema dopo il loro rilascio nell'ambiente; per tale motivo, esistono disposizioni legislative molto rigide che ne regolano l'utilizzazione.

Già, comunque, gli ingegneri del gene hanno studiato dei meccanismi per rendere innocui per l'ambiente i microrganismi ingegnerizzati: insieme ai geni necessari per degradare il composto inquinante, viene inserito anche uno speciale gene " *killer* ", che determina l'autodistruzione del batterio quando ha "consumato" compiutamente il composto stesso.

LE ESPERIENZE DI DEGRADAZIONE DEL PETROLIO E DEI SUOI DERIVATI

Fino a poco tempo fa, le tecnologie biologiche e le loro applicazioni ai composti contaminati sono state considerate soluzioni marginali, usate in laboratorio in piccola scala, in quanto si pensava che non potessero essere applicate a casi di inquinamento di grandi dimensioni. Solo recentemente la ricerca e gli studi hanno portato dati sufficienti, riguardanti interventi su vasta scala. Negli ultimi anni le tecniche di biorisanamento hanno dimostrato di essere altamente efficienti nella decontaminazione del suolo e di avere una versatilità maggiore di applicazione di quanto si potesse sperare.

Esperienze risolutive sono derivate dagli interventi condotti in Alaska a seguito del disastro ecologico della petroliera Exxon Valdez nel 1989. I ricercatori dell'*Environmental Protection Agency* (EPA) degli USA hanno utilizzato le spiagge contaminate come un'opportunità unica per mettere alla prova la fattibilità del biorisanamento a confronto con le tecniche di bonifica più tradizionali; si è così operato con successo, distribuendo sulle aree contaminate, dopo l'asportazione meccanica del prodotto recuperabile, soluzioni fertilizzanti per arricchire le popolazioni di quei microrganismi biodegradanti già presenti *in situ*. In effetti, in queste acque fredde e povere di nutrimento, la microflora indigena, senza fertilizzanti, avrebbe impiegato da 6 a 10 anni per la decontaminazione.

Un altro esperimento nella stessa area ha dimostrato, inoltre, una maggior efficacia se i nutrienti (azoto e fosforo) venivano previamente fissati a un "carrier oleofilo" (cioè solubile in olio): in tal modo i batteri si ammassano all'interfaccia olio-acqua, ove appunto serve il loro intervento.

La biodegradazione del petrolio è un processo molto lineare, che inizia con una foto-ossidazione e conversione della molecola in nuove cellule batteriche e in prodotti metabolici, quali CO₂ e H₂O.

In questa attività, la limitante è costituita dai nutrienti necessari alla replicazione batterica, dalle fonti di ossigeno, dalla quantità e qualità (idrocarburi alifatici, cicloalifatici, aromatici, saturi, insaturi, ramificati o non) del petrolio presente nell'ambiente contaminato, dalla temperatura, dal pH e dalla disponibilità di H₂O.

La finalità dei processi di intervento è quindi quella di ottimizzare le condizioni ambientali, al fine di ottenere una biodegradazione il più rapidamente ed efficientemente possibile, in sistemi sia terrestri che acquatici.

VANTAGGI E SVANTAGGI DEL BIORISANAMENTO

I vantaggi

La tecnica è relativamente semplice e anche i costi sono contenuti. Come detto, infatti, viene sfruttata l'attività della flora microbica indigena o di altri ceppi naturali che portano alla completa mineralizzazione del composto inquinante; pertanto, non sono necessari interventi di smaltimento dei residui, spesso necessari con altre metodiche di bonifica.

Il biorisanamento può essere applicato in una grande varietà di situazioni, come l'ambiente marino, le acque sotterranee, i suoli o i fanghi altamente contaminati. Per la semplicità del processo è possibile mantenere misure di sicurezza più rigorose, diminuendo così il possibile rischio per l'ambiente e anche per l'uomo. Il biorisanamento può essere usato anche nelle vicinanze di aree edificate o di zone industriali, senza modificarne le infrastrutture, permettendo così la normale agibilità della zona nel periodo di trattamento. Il trattamento *in situ* non è invasivo, non intralcia altri processi, produce meno scorie e dà una soluzione definitiva al problema di bonifica delle zone inquinate.

Tale procedura rappresenta la soluzione ideale soprattutto per aree dove altri metodi non possono essere applicati a causa della sensibilità particolare della zona, che potrebbe venire ulteriormente danneggiata dalla possibile applicazione di solventi, di agenti disperdenti o di altre sostanze. Bacini acquitrinosi, estuari e fanghi terrigeni costieri sono esempi di aree di grande sensibilità ecologica a causa della ricca flora e fauna presenti e sono fra i più adatti per

l'applicazione di tecniche di biorisanamento. Nel corso del processo di biodegradazione, che viene effettuato prevalentemente in situ, molti batteri muoiono e le cellule morte formano una biomassa che entra nella catena alimentare dell'ecosistema, facilitando la crescita di organismi e il ripopolamento, senza causare effetti nocivi.

E infine da rilevare la crescente accettabilità di questa tecnologia da parte delle Autorità competenti e dell'opinione pubblica, come dimostrato dall'approvazione di numerosi interventi di biorisanamento negli USA e in Europa.

Gli svantaggi

La degradazione biologica è più "lenta" rispetto ad altri sistemi di bonifica. E' applicabile solo in determinati habitat e sono necessarie specifiche condizioni ambientali (pH, ossigeno disciolto, temperatura, nutrienti). Non tutti i composti inquinanti sono biodegradabili. Quando si applicano i fertilizzanti per la replicazione batterica, ne va attentamente valutato l'eventuale effetto sull'ecosistema.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL BIORISANAMENTO

Da quanto detto, emerge che il biorisanamento offre una soluzione plurifunzionale alla contaminazione da idrocarburi in acqua, suolo e fanghi. L'applicazione può essere effettuata sul luogo contaminato in maniera non invadente e senza interferire con le infrastrutture presenti in superficie. Possono essere trattate molte diverse frazioni idrocarburiche: dalla frazione degli alifatici ramificati alle strutture complesse, come gli idrocarburi ciclici, policiclici, aromatici e aloaromatici. Il processo di decontaminazione può essere accelerato tramite l'utilizzo di reattori chiusi usando ceppi batterici altamente attivi e specifici.

La legislazione sta cambiando in ambito CEE, dove si stanno determinando delle linee di comportamento verso le tecniche biologiche che saranno implementate sotto forma di direttive e regolamenti comunitari. Le alternative al biorisanamento, come l'utilizzo di discariche o lo stoccaggio, diventano sempre meno attraenti a causa della severa regolamentazione che ha portato a un consistente aumento dei costi dovuti alle rigorose norme di sicurezza riguardanti l'impermeabilizzazione della discarica, la sua progettazione e il suo mantenimento.

L'opinione pubblica è uno dei supporti più validi al biorisanamento. In genere il pubblico è lento nell'issare la bandiera per questioni ambientaliste, ma quando ciò avviene può esercitare una forte pressione sulle autorità responsabili per la promulgazione di nuove leggi.

Le tecnologie biologiche hanno mostrato la loro efficacia nel trattamento dei rifiuti pericolosi con costi vantaggiosi. Il risanamento biologico trasforma irreversibilmente i contaminanti, eliminando in modo definitivo il problema. Poiché più siti sono stati risanati con successo tramite l'impiego di trattamenti biologici, l'industria e i governi stanno prendendo atto del valore delle loro applicazioni.

Il trattamento biologico si presta ad essere utilizzato in molte operazioni di risanamento. In un numero sempre crescente di applicazioni sul campo, come la degradazione del tricloroetilene (TCE), si evidenzia l'integrazione dei principi microbiologici con le tecniche di ingegneria ambientale.

Con una maggior consapevolezza e comprensione delle tecnologie biologiche, le persone e gli Enti responsabili per il risanamento ambientale riconsidereranno le loro opzioni di intervento e propenderanno per i risanamenti di tipo biologico, sia per la semplicità di applicazione, che per i costi contenuti.

LE BASI DATI DEL SISTEMA INFORMATIVO FALDA

Alberto Bellani(*) *

Introduzione

Il sistema informativo presentato al Convegno, qui riassunto nelle sue linee essenziali, è basato su software commerciale per Pc/Dos, personalizzato nelle varie fasi dello sviluppo del sistema. È essenzialmente volto alla gestione dei dati di tipo idrogeologico ed idrochimico raccolti dall'Amministrazione Provinciale e dagli Enti convenzionati, in particolare:

- risultati degli accertamenti analitici condotti sui campioni di acqua provenienti da pozzi pubblici e privati (dati Pmip di Milano e Parabiago, Provincia di Milano, Comune di Milano);
- dati della rete automatica di controllo della falda profonda (dati Provincia di Milano);
- Catasto dei pozzi pubblici (dati Cap, Comune di Milano, Ussl 75/3, Pmip Milano, Provincia di Milano);
- Catasto dei pozzi privati (dati Cap, Provincia di Milano, Comune di Milano, Pmip provinciali);
- piezometrie dei punti rete Cap.

A lato delle basi dati principali sono state previsti due archivi di riferimento:

- file Comuni (dati Istat, Cap);
- file coordinate (dati Provincia di Milano);

Gli archivi coinvolti sono in formato .dbf, eccetto i dati della rete automatica; le procedure sono state scritte in linguaggio Xbase.

Il software utilizzato ed il tipo di interfaccia proposta consentono anche ad utenti con competenze non strettamente informatiche di svolgere le operazioni correnti di aggiornamento, selezione dei dati, export delle informazioni.

Mentre le funzioni associate ai Catasti pozzi sono più circoscritte, rivolte essenzialmente alla possibilità di aggiornamento e reporting dei dati, per la gestione dei dati idrochimici e idrogeologici doveva essere prevista una più ampia operatività; al gestore dei dati (un Dbms relazionale) è stato così associato un applicativo grafico/matematico che consente il trattamento numerico delle informazioni estratte, e la loro successiva rappresentazione su base cartografica.

I dati sono attualmente residenti su di un server condiviso dai Pc in uso presso l'U. O. Tecnica Progetti Speciali della Provincia, è previsto a breve il travaso dei dati su disco ottico.

Gestione dei dati

Dati analitici

Dati idrochimici

Nel sistema sono memorizzati i dati degli accertamenti condotti dal Pmip di Milano e di Parabiago, dal marzo 1989 ad oggi, per un totale di circa 40.000 campioni, riferiti a pozzi pubblici e privati della provincia milanese; sono inoltre presenti i risultati delle analisi per i composti organoalogenati condotte su circa 10.000 campioni di pozzi cittadini (dati Comune di Milano), per un totale di circa 50.000 record (campioni) attuali.

(*) * Forgeo snc. Via Roma 35, 20021 Bollate MI

La struttura dell'archivio ripercorre, per quanto riguarda il dettaglio dei dati analitici, lo schema di analisi del Pmp di Milano:

Gruppo	Componente	Gruppo	Componente
1	Colore	33	Ferro
2	Torbidità (SiO ₂)	34	Manganese
3	Odore	35	Rame
4	Sapore	36	Zinco
5	Temperatura	37	Fosforo (P ₂ O ₅)
6	Ph	38	Fluoro
7	Conducibilità (A 20 C)	39	Cobalto
8	Cloruri	40	Materie in sospensione
9	Solfati	41	Cloro residuo libero
10	Silice	42	Bario
11	Calcio	43	Argento
12	Magnesio	44	Arsenico
13	Sodio	45	Berillio
14	Potassio	46	Cadmio
15	Alluminio	47	Cianuri
16	Durezza Totale	48	Cromo
17	Residuo Fisso (A 180° C)	49	Mercurio
18	Ossigeno Disciolto	50	Nichel
19	Co ₂ Libera	51	Piombo
20	Nitrati (NO ₃)	52	Antimonio
21	Nitriti (NO ₂)	53	Selenio
22	Ammoniaca (NH ₄)	54	Vanadio
23	Azoto Kjeldahl (N)	55	Antiparassitari
24	Ossidabilità		Alachlor
25	Carbonio organico totale		Ametrina
26	Idrogeno Solfato		Atrazina
27	Sostanze estraibili con cloroformio		Bentazone
28/A	Idrocarburi alifatici		Molinate
28/B	Idrocarburi aromatici		Prometrina
	Benzene		Propazina
	Etil benzene		Simazina
	M-Xilene		Terbutilazina
	O+P-Xilene		Totale antiparassitari
	Toluene		
	Totale idrocarburi Aromatici	56	Idrocarburi policiclici aromatici
29	Fenoli		Benzo-1.12-perilene
	2-Clorofenolo		Benzo-11.12-Fluorantene
	2-Me.4.6-Dinitrofenolo		Benzo-3.4-Fluorantene
	2-Nitrofenolo		Benzo-3.4-pirene
	2.3.4.5-Tetraclorofenolo		Fluorantene
	2.4-Diclorofenolo		Indeno (1.2.3-Cd) Pirene
	2.4-Dimetilfenolo		Totale idrocarburi policiclici aromatici
	2.4.6-Triclorofenolo		
	4-Cl.3-Metilfenolo	57	Coliformi totali
	4-Metilfenolo	58	Coliformi fecali
	4-Nitrofenolo	59	Streptococchi fecali
	Fenolo	60	Alghe
	Pentacoloro		Batteriofagi
	Totale fenoli		Elminti
30	Boro		Enterobatteri
31/A	Tensioattivi anion.(Mbas)		Funghi
31/B	Tensioattivi non ionici		Enterovirus
32	Composti organoslogenati		Pseudomonas Aeruginosa
	1.2-Dicloropropano		Protozoi
	3.6-Dicloropiridazina		Stafilococchi patogeni
	Bromodibromometano		Solfitoriduttori
	Clorodibromometano	61	Carica microbica A 22° C
	Cloroformio	61	Carica microbica A 36° C
	Cloruro di metilene	63	Tcep=Tris(2-Cl.Etil)fosfato
	Freon 113	64	Tmcp=Tris(Monocd.Isop.)F.
	Metilcloroformio	65	Alcalinita' (HCO ₃)
	Tetracloroetilene		
	Tetracloruro di carbonio		
	Tricloroetilene		
	Triclorofluorometano		
	Totale composti organoalogenati		

Sono stati inoltre inseriti i dati relativi al codice del punto di prelievo ed alla data di campionamento, per ciascun campione d'acqua.

Dati chimico-fisici

Dal 1993 sono operative su 4 pozzi profondi delle sonde automatiche per il rilevamento, la memorizzazione e la trasmissione via modem dei dati di profondità, temperatura, conducibilità. Al sistema è trasmesso il valore medio nell'arco dell'ora. L'applicativo, sviluppato dalla Geonica S.A., consente la consultazione dei dati trasmessi dalle sonde, sui singoli pozzi e per intervallo temporale, la visualizzazione grafica dell'andamento dei diversi parametri e l'export dei dati su file Ascii per un'eventuale trattamento con altri applicativi.

Piezometrie

È l'archivio contenente i dati delle piezometrie dei punti rete Cap.

Informazioni associate:

- Codice pozzo
- Piezometria
- Data

Archivi di riferimento

Sono utilizzati per la gestione dei dati di non frequentemente aggiornamento o con aggiornamento indipendente dai dati di tipo analitico.

File Comuni

Informazioni associate:

- Denominazioni Istat dei Comuni della Provincia di Milano
- Sigla della Provincia di appartenenza
- Ussl di appartenenza
- Codice Istat del Comune
- Codice Cap del Comune

File Coordinate

Sono state al momento digitalizzate le coordinate relative a circa 1900 pozzi pubblici della Provincia di Milano e della città.

Informazioni associate:

- Comune
- Codice pozzo
- Coordinate gaussiane del punto

Funzioni ed operatività

Aggiornamento

Per le basi dati preposte alla gestione dei dati analitici sono state definite delle procedure che consentono l'aggiornamento degli archivi direttamente dai supporti magnetici trasmessi dagli Enti convenzionati. I controlli verificano l'unicità del campione e standardizzano le diverse strutture dei file dati originali a quella del Pmip di Milano, precedentemente esposta. Per l'aggiornamento degli archivi di riferimento sono stati predisposti moduli di immissione dati.

Consultazione

Le basi di dati possono venire consultate singolarmente, estraendo i dati residenti sui singoli archivi, è possibile selezionare le informazioni residenti su basi dati diverse, associando uno o più degli archivi di riferimento ad uno o più archivi dati tramite una chiave relazionale, generalmente costituita dal codice di pozzo.

L'associazione tra una o più basi di dati e gli archivi di riferimento di interesse è temporanea ed è attivata solo in fase di query; è ovviamente possibile memorizzare le query di più frequente utilizzo. La query è relazionale e consente la selezione delle informazioni su ciascuno dei campi, sia delle basi dati che degli archivi di riferimento, permettendo ad esempio di estrarre i dati relativi:

- ad una Ussl,
- ad una località,
- ad un pozzo,
- ad un parametro idrochimico, od alla somma di parametri:
 - sull'intero territori provinciale
 - in un ambito delimitato mediante coordinate
- alle località con superamento della concentrazione massima ammissibile per inquinante o gruppo (famiglia) di inquinanti.

Le procedure attive in fase di query consentono inoltre di indirizzare le informazioni selezionate:

- a video,
- in stampa, secondo formati tabellari standard o report predefiniti,
- su file (in formato .dbf o Ascii).

È possibile selezionare i campi di archivio da inserire nella risposta ed è quindi agevole estrarre i dati in un formato .xyz (longitudine gaussiana, latitudine gaussiana, valori) adatto per il trattamento numerico ed il contouring. È possibile naturalmente esportare i dati in formato Ascii o nel formato .dbf nativo anche verso fogli elettronici o applicativi di calcolo statistico per l'elaborazione grafica dei dati.

Una struttura come quella proposta, nella quale le basi di dati per le quali è previsto un aggiornamento più frequente sono svincolate dagli archivi secondari, più statici o di sola consultazione, consente di limitare le dimensioni complessive della banca dati a vantaggio della velocità di risposta del sistema e dell'economia delle risorse hardware necessarie

Cartografia

I dati estratti nel formato .xyz vengono passati all'applicativo di trattamento grafico e numerico. Il programma consente il gridding dei dati, per il quale vengono utilizzate tecniche di kriging, la rappresentazione grafica degli elaborati mediante curve di livello e carte a scala di colori, su plotter o stampante a getto d'inchiostro. L'applicativo in uso consente inoltre di utilizzare uno o più file in formato .dxf come base cartografica alla quale sovrainporre le contour. A questo scopo vengono attualmente utilizzati i file della C.T.R. alla scala 1:10.000 digitalizzata per l'intero ambito provinciale a cura dell'Ufficio Cartografia dell'Amministrazione Provinciale.

"LA LEGISLAZIONE REGIONALE LOMBARDA IN MATERIA DI ACQUE SOTTERRANEE"

Bruno Mori(*)

PREMESSE

L'analisi dettagliata delle norme regionali in materia di tutela delle acque sotterranee richiederebbe tempi non disponibili in questa sede.

Pertanto nel seguito si richiamano le sole norme che rivestono maggior interesse, esponendole con il criterio di evidenziare le disposizioni più significative. Un approfondimento più articolato verrà invece riservato a quella parte della normativa che attiene alla "Bonifica delle falde idriche ad uso potabile", aspetto questo che appare più direttamente connesso con gli altri temi oggetto dell'odierno convegno.

LA NORMATIVA DELLA REGIONE LOMBARDIA

L'articolato base con cui la Regione Lombardia ha provveduto a disciplinare le proprie competenze in materia di tutela delle acque dall'inquinamento - competenze quasi interamente demandate dall'art. 4 della legge 319/76 - e costituito dalla l.r. 32/80. Tale legge è stata modificata dalla l.r. 58/84 con la quale, in particolare, funzioni di rilevante importanza sono state delegate alle province ed ai consorzi intercomunali di Lecco e di Lodi.

Si tratta in particolare:

- del rilevamento delle caratteristiche quali-quantitative e dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- della raccolta degli elementi occorrenti alla costituzione del catasto regionale in materia di acque;
- della formulazione delle proposte per la redazione dei settori funzionali pubblici servizi di "acquedotto" e "fognatura" del P.R.R.A., tenuto conto che la Regione aveva redatto il solo settore "collettamento e depurazione".

Le prime due attività si caratterizzano per le finalità conoscitive che perseguono e costituiscono utile supporto

1. A cura del dott. Bruno Mori - Dirigente dell'Ufficio idrologia ed idrogeologia del Settore Ambiente ed Energia della Regione Lombardia all'ultima, il cui fine è la pianificazione dei servizi idraulici di igiene ambientale.

Il censimento dei corpi idrici sotterranei è stato da tempo avviato su tutto il territorio regionale (la regione aveva formulato agli Enti delegati una proposta di rete di controllo che doveva essere verificata e messa poi in funzione) ma ha avuto sviluppi diversificati, provincia per provincia; la provincia di Milano è riuscita a dare notevole impulso all'iniziativa e sono note le pregevoli pubblicazioni realizzate sulla qualità e sui prelievi delle acque emunte dai pozzi.

Quanto al catasto, strumento con il quale la regione ha inteso costruire e mantenere costantemente aggiornato un quadro completo di informazioni sulle risorse idriche e sugli elementi con essi interagenti, e da osservare, anche in questo caso che da tempo sono stati definiti mediante apposite schede tutti i dati che devono essere inseriti nel catasto.

Attualmente sono in fase di conclusione da parte di una società specializzata le operazioni di messa a punto del relativo software.

Il P.R.R.A. (Piano regionale di risanamento delle acque), inutile dirlo, costituisce uno strumento di rilevante portata per la difesa del patrimonio idrico regionale. Esso si articola in tre settori funzionali: acquedotto, fognatura e, collettamento e depurazione. Ad oggi è stato redatto e vige solo quest'ultimo settore.

I contenuti del P.R.R.A. sono così riportati dall'art. 8 della l. 319/76, come modificata dalla l. 650/79:

- a) rilevazione dello stato di fatto delle opere attinenti ai servizi pubblici di acquedotto, fognatura e depurazione;
- b) individuazione dei fabbisogni di opere pubbliche attinenti ai servizi di cui alla lett. a) e definizione delle relative priorità di realizzazione;
- c) definizione dei criteri di attuazione, delle fasi temporali di intervento e dei relativi limiti intermedi di accettabilità per tutti i tipi di scarichi;

(*) Dirigente dell'ufficio di idrologia e idrogeologia del settore Ambiente e Energia della Regione Lombardia.

d) indicazione degli ambiti territoriali ottimali per la gestione dei servizi di cui alla lett. a), organizzazione delle relative strutture tecnico-amministrative e di controllo degli scarichi, anche in relazione agli adempimenti previsti dalla l. 833, recante istituzione del servizio sanitario nazionale.

Le procedure per il completamento del P.R.R.A., nonché per la prima revisione generale del settore collettamento e depurazione - le cui connesse operazioni, per evidenti ragioni di razionalità, sono state anch'esse affidate alle province ed ai consorzi intercomunali di Lecco e Lodi - sono in corso da tempo e attualmente si trovano in uno stato molto avanzato. Il nuovo completo piano si ritiene possa essere disponibile, secondo le ultime previsioni, entro la fine dell'anno o i primi mesi del prossimo.

Una parte non indifferente della pianificazione ha riguardato la verifica delle attuali fonti di approvvigionamento e la ricerca di nuove risorse che, nel rispetto dei criteri di riferimento, sono state prioritariamente indagate nelle falde idriche sotterranee profonde, atteso che quelle più superficiali, inquinate o facilmente inquinabili, sono state riservate agli usi non potabili.

L'operazione ha consentito di fare il punto, naturalmente a livello di pianificazione, delle conoscenze idrogeologiche oggi disponibili, evidenziando la necessità per il futuro di estenderle e di approfondirle in modo da assegnare loro una valenza sempre più determinante nelle scelte da effettuare e costituire quindi le premesse per ogni razionale intervento sulle acque sotterranee.

In connessione con la suddetta l.r. 32/80 e successive modifiche, sono stati, in particolare, assunti i seguenti provvedimenti:

- la D.C.R. 27 marzo 1985, n. 2088, con cui è stato approvato il settore funzionale "collettamento e depurazione" del P.R.R.A.;

- le DD.G.R. 15 dicembre 1987, n. 27264 e n. 27265 con cui sono stati rispettivamente approvati i criteri di revisione del settore collettamento e depurazione ed il piano di indagine e di ricerca per l'allestimento dei settori funzionali acquedotto e fognatura del P.R.R.A.

Altro provvedimento legislativo di rilevante interesse per gli aspetti di cui si sta trattando e rappresentato dalla l.r. 62/85. Con la legge 62/85 la Regione ha disciplinato gli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature ed emanato specifiche norme per la tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento e per la bonifica delle falde idriche ad uso potabile.

A parte quest'ultimo aspetto, di cui si parlerà più oltre, le disposizioni più significative prevedono in sintesi:

- la suddivisione in quattro categorie degli scarichi degli insediamenti civili, una delle quali, la C, costituita dagli scarichi da insediamenti adibiti a prestazioni di servizi, passibili di recare pregiudizio alle falde acquifere;

- nelle zone fognate, l'obbligo di allacciare alle fognature tutti gli scarichi degli insediamenti civili nonché di quelli produttivi, recapitati sul suolo o nel sottosuolo;

- nelle zone non fognate, in prossimità dei corpi d'acqua superficiali diversi dai laghi e dai loro immissari, l'obbligo di recapitare negli stessi gli scarichi degli insediamenti civili, fatta eccezione per quelli derivanti dalle abitazioni di minima consistenza (inferiori a 50 vani), e gli scarichi degli insediamenti produttivi;

- su tutto il territorio regionale l'obbligo, spirato il 1° settembre 1989, di disattivare da suolo e sottosuolo gli scarichi pericolosi, individuati in quelli di categoria C degli insediamenti civili (scarichi relativi a particolari attività di servizio definiti con D.G.R. 24.6.1986, n. 10526) e quelli degli insediamenti produttivi con caratteristiche diverse da quelle dell'acqua potabile (v. l.r. 52/90);

- su tutto il territorio regionale il divieto dal 1° settembre 1985 di attivare sul suolo e nel sottosuolo nuovi scarichi di categoria C degli insediamenti civili e nuovi scarichi di insediamenti produttivi;

- che entro dieci anni tutte le fognature pubbliche recapitanti sul suolo devono essere convogliate nei corpi idrici superficiali; entro i primi tre anni, comunque, i relativi scarichi avrebbero dovuto essere depurati ai limiti della tab. A della legge Merli;

- la chiusura dei pozzi di emungimento di cui cessi l'utilizzo;

- controlli annuali sulle acque destinate ad usi non potabili emunte dai pozzi privati più significativi.

Con D.G.R. 20.12.1985, n. 4752 sono stati individuati una serie di pozzi spia che per la portata estratta e la profondità di attingimento sono stati ritenuti significativi ai fini di un sempre più puntuale controllo delle falde idriche sotterranee.

In linea generale, si tratta di pozzi attingenti a falde idriche comprese fra i 30 e i 100 m di profondità aventi portata superiore a 150.000 mc/anno, ovvero equipaggiati con pompe capaci di fornire una portata superiore a 60 l/sec.

I controlli da effettuarsi sulle acque di tali pozzi, la legge specifica, devono essere richiesti ai P.M.I.P. competenti, e solo nel caso di loro impossibilità ad eseguirli, possono essere compiuti dai laboratori privati individuati dalla Giunta regionale ai sensi dell'art. 37 della l.r. 62/85. (A tali laboratori possono essere richiesti anche gli accertamenti occorrenti alla bonifica delle falde idriche inquinate di cui si parlerà più

oltre). Dopo una istruttoria durata anni, particolarmente dovuta a problemi di natura giuridica, proprio di recente, con D.G.R. 22.9.93, n. 41515, la Giunta regionale ha provveduto ad individuare un primo gruppo di 11 laboratori, cui ne dovrebbe seguire, a breve un successivo di altri nove.

Come si può ben comprendere, i criteri ai quali la Regione si è ispirata nel definire gli aspetti sopra evidenziati (disciplina degli scarichi, ecc.) rispondono all'obiettivo prioritario di tutelare e privilegiare le falde idriche sotterranee, delle quali si approvvigiona la totalità degli acquedotti di pianura.

L'ultimo aspetto affrontato della l.r. 62/85 - e veniamo all'argomento di maggior interesse per i lavori odierni - riguarda la "Bonifica delle falde idriche ad uso potabile" già oggetto di una precedente normativa, la l.r. 53/84, sulla quale il legislatore regionale ha ritenuto di ritornare per renderla più incisiva e meglio raccorderla con le altre iniziative in materia.

Va innanzitutto rilevato che le disposizioni in parola attengono ad interventi regionali che possono essere ascritti alla categoria dei "facoltativi" atteso che la bonifica delle falde sotterranee non è prevista dalla vigente legislazione.

Quest'ultima infatti, rispetto al serbatoio idrico, si limita a porre l'intervento pubblico a monte dello stesso, ossia sul piano della tutela, e a valle del medesimo, prevedendo il rispetto di determinati requisiti di qualità per le acque destinate al consumo umano.

Le norme di interesse sono dettate dagli artt. 27, 28 e 29 della legge ed individuano i soggetti chiamati concretamente ad operare, le modalità con cui rapportarsi al problema, nonché le attività più significative da svolgere.

In particolare, le norme stabiliscono (art. 28) che, per delega della Regione, le Province ed i Consorzi intercomunali di Lecco e Lodi promuovano le iniziative atte a bonificare le falde idriche inquinate coordinando gli interventi degli enti competenti o comunque operanti nel Settore (Comuni, E.R. dei servizi di zona, enti gestori dei pubblici acquedotti), ovvero provvedendovi direttamente.

Occorre precisare che la legge stabilisce il campo di applicazione delle norme (art. 27), limitandolo chiaramente alle sole acque effettivamente utilizzate per consumo umano. È pertanto esclusa la possibilità di applicare le disposizioni di legge qualora le risorse sotterranee siano solo potenzialmente destinabili a tale utilizzazione o vengano impiegate per altri usi.

Va inoltre precisato che, per il contesto in cui le disposizioni si collocano, e altresì esclusa la loro applicazione nei confronti di fenomeni di inquinamento derivanti da scorretto smaltimento dei rifiuti per i quali vigono precise norme di settore.

In relazione a tale presupposto, la legge introduce il concetto di potabilità dell'acqua richiamando a tal fine i "limiti stabiliti dall'Autorità sanitaria". A questo riguardo è opportuno ricordare che attualmente il riferimento fondamentale è costituito dal D.P.R. 236/88 con il quale sono state fissate per una sessantina di parametri le relative concentrazioni massime ammissibili nelle acque utilizzate a scopo potabile.

All'accertamento, val la pena ricordarlo, sono chiamati gli organi di controllo istituzionalmente preposti, che possono provvedervi sia nell'ambito dell'attività routinaria, che a seguito di indagini mirate. Per tale motivo la legge non prende in considerazione la necessità di esperire ricerche conoscitive di vasto raggio tese ad individuare le situazioni critiche sotto il profilo dell'inquinamento delle acque sotterranee, ma si indirizza verso i fenomeni sufficientemente circoscritti, suscettibili di essere risolti mediante operazioni di bonifica comprendenti la rimozione delle cause della contaminazione.

Con l'art. 29 la legge fissa le procedure per l'accesso ai contributi regionali appositamente stanziati per l'attuazione delle iniziative volte al recupero delle falde inquinate.

A questo proposito è da rilevare, in particolare, che la possibilità di inoltrare la richiesta non è limitata ai soli Enti delegati (Province e Consorzi intercomunali di Lecco e Lodi) ma è estesa anche agli altri Enti competenti o operanti nel settore (Comuni, E.R. dei Servizi di zona, enti gestori di pubblici acquedotti). In quest'ultimo caso le domande sono presentate per il tramite degli Enti delegati che le corredano del proprio parere.

In altre parole, una volta accertato un fenomeno di inquinamento, qualora la Provincia per ragioni diverse non assumesse le iniziative previste, magari in accordo per taluni casi con gli enti al livello inferiore, la legge consente a questi ultimi di attuare direttamente gli interventi per la bonifica, sempre mediante contributi regionali, passando comunque attraverso gli enti delegati per la espressione di un giudizio di merito.

In ogni caso, l'effettiva erogazione delle somme ammesse a contributo, (fino ad un massimo del 100% delle spese ritenute ammissibili) stabilite dalla Regione con apposita deliberazione contestualmente all'approvazione dei programmi di studio o dei progetti di bonifica, è subordinata all'impegno da parte del richiedente di procedere legalmente nei confronti dei soggetti responsabili dell'inquinamento per il recupero delle spese sostenute.

E' questo un vincolo significativo in rapporto al principio introdotto dalla legge secondo il quale a pagare per i danni causati deve essere innanzitutto chiamato il soggetto inquinatore.

In relazione a questo indirizzo e previsto che le somme anticipate come contributo, siano restituite, allorchè recuperate, secondo modalità da definirsi caso a caso e comunque non oltre 5 anni dall'erogazione, ferma la facoltà della Giunta regionale di assumersi l'onere in tutto in parte a suo carico.

L'applicazione pratica di questa parte della legge e stata regolata mediante l'emanazione di più circolari, l'ultima delle

quali e del 1° giugno 1992.

Con le suddette circolari sono stati forniti agli Enti delegati precisi indirizzi metodologici applicativi, suggeriti comportamenti ed iniziative da assumere, nonché precisati la tipologia e i contenuti della documentazione da presentare alla Regione.

Dall'entrata in vigore della legge ad oggi, il bilancio regionale ha messo a disposizione per l'attività di che trattasi oltre 23 miliardi; di questi ne sono stati effettivamente assegnati agli Enti richiedenti circa 12 miliardi. A fronte di tale impegno finanziario sono stati approvati una cinquantina di programmi di intervento, per 4 dei quali si e poi dovuto procedere alla revoca dei contributi concessi.

Per la Provincia di Milano i piani approvati ammontano a 14 per un corrispondente impegno finanziario intorno ai 4 miliardi.

Occorre infine rilevare che l'intera materia richiederà, almeno per taluni aspetti, un'attenta rivalutazione in rapporto alle competenze affidate direttamente alle province dall'art. 14 della l. 142/90 sull'Ordinamento delle autonomie locali, nonché alle nuove disposizioni in materia di controlli ambientali emanate con il D.L. 274/93.

INQUINAMENTO CHIMICO DELLA FALDA SOTTERRANEA: PROBLEMI ED INTERVENTI DELL' ACQUEDOTTO DI MILANO

Riccardo Airoidi()*

L'acquedotto di Milano attinge per tradizione alla falda idrica presente nel sottosuolo della città. La città si riforniva da questo serbatoio mediante pozzi privati, generalmente profondi pochi metri, già nel secolo scorso, prima che venisse costruito l'acquedotto municipale; si è continuato con il medesimo sistema anche dopo la costruzione di una struttura di approvvigionamento e distribuzione di acqua potabile centralizzata, utilizzando però pozzi molto più profondi, mediamente fino a 100 metri di profondità, e igienicamente sicuri.

Inizì quindi, alla fine del secolo scorso, l'esplorazione condotta mediante perforazioni dell'acquifero sotterraneo, per emungere il prezioso bene in esso contenuto.

In base agli studi condotti dalla fine dell'800 ad oggi, l'acquifero risulta costituito da depositi ghiaiosi e sabbiosi, con stratificazioni di argille e conglomerati, formatisi durante il quaternario. Si succedono, a partire dal piano di campagna, depositi quaternari di origine continentale e di transizione e depositi quaternari marini.

A questi ultimi succedono i sedimenti del Pliocene, che in corrispondenza del centro cittadino si trovano a circa 800 metri sotto il livello del mare.

Dall'alto verso il basso più precisamente si possono riconoscere tre zone distinte (Martinis e Mazzarella, 1971):

a) - litozona ghiaioso-sabbiosa: (Martinis e Mazzarella, 1971) è il primo strato di acquifero compreso tra zero e 100-110 metri di profondità; è formato in prevalenza da ghiaie e sabbie, intercalate da lenti di argilla, conglomerati e arenarie; in generale si tratta di materiali erosi dai rilievi montuosi circostanti, trasportati e depositati dai fiumi. La litozona al di sotto di un intervallo non saturo, di spessore variabile da punto a punto, è saturata di acqua e costituisce quindi l'acquifero "tradizionale" usato per l'approvvigionamento idrico di Milano e provincia; i coefficienti di permeabilità variano da $2 \cdot 10^{-2}$ cm./s a $6,7 \cdot 10^{-1}$ cm./s. Il passaggio da questa litozona alla sottostante avviene gradualmente, con un progressivo aumento della componente sabbiosa argillosa.

L'acqua della falda "tradizionale" è, allo stato naturale, di ottima qualità dal punto di vista chimico e non presenta problemi di contaminazione batteriologica, purché venga prelevata a profondità sufficiente, lasciando cioè lo spazio di filtrazione necessario alla biodegradazione delle materie organiche. Dal punto di vista quantitativo è molto ricca; è tuttavia molto vulnerabile. Per la limitata estensione delle formazioni argillose impermeabili, l'acquifero tradizionale può sostanzialmente essere considerato un monostrato. Di conseguenza, a partire dagli anni '60, proprio in essa si sono verificati diffusi fenomeni di contaminazione chimica, contaminazione scarsamente biodegradabile e quindi in grado di penetrare in profondità e di spostarsi nell'acquifero per notevoli distanze, conservando livelli di concentrazione pericolosi.

b) - litozona sabbiosa argillosa: costituita prevalentemente da sabbia argillosa, argilla sabbiosa e argille, con a volte livelli torbosi ha uno spessore medio di 140 metri fino a 250 metri di profondità circa. Il materiale deriva da depositi di ambiente di transizione, intermedio tra quello continentale e quello marino (laghi e paludi, delta fluviali e lagune). I valori di permeabilità, molto più bassi di quelli della litozona sovrastante, sono compresi mediamente fra $3 \cdot 10^{-3}$ e $5 \cdot 10^{-5}$ cm./s. La falda della seconda litozona è molto più protetta dagli inquinamenti; pur essendo più povera di ossigeno è ancora chimicamente di ottima qualità quando non contenga idrogeno

(*) Settore Acquedotto - Comune di Milano

solforato, presente solo oltre una certa profondità variabile da zona a zona (150/200 metri). E' però più povera dal punto di vista quantitativo. Costituisce perciò una risorsa da utilizzare e gestire con grande oculatezza.

c) - **litozona argillosa**: è costituita principalmente da argille e argille marnose, di deposizione marina; inizia a 250 metri e si protrae fino a profondità molto elevate. I valori di permeabilità sono molto bassi, ma si incontrano ancora, nelle intercalazioni sabbiose, falde artesiane che contengono idrogeno solforato. Sono le falde che alimentano le fonti della cosiddetta "acqua marcia" costruite a Milano a partire dagli anni '20; questa litozona non ha importanza per il normale approvvigionamento idrico.

CRONOLOGIA DEI CONTAMINANTI RINVENUTI NELLA FALDA DI MILANO

Il primo contaminante di una certa importanza, rinvenuto nella falda "tradizionale" e quindi nei pozzi dell'acquedotto, fu il cromo esavalente agli inizi degli anni '60. Trascuriamo l'inquinamento da ione cloro che sarebbe stato rilevato anch'esso negli stessi anni, ma sul quale non si sono trovate sufficienti documentazioni.

A) - l'inquinamento da cromo esavalente era limitato ad alcune zone della città e quindi ai pozzi di alcune centrali: "Suzzani", "Gorla", "Este". Si allega una piantina con l'indicazione delle aree interessate da questo inquinamento (Fig. 1).

L'istogramma nella figura 2 rappresenta il numero di pozzi inquinati da cromo nel corso degli anni.

B) - il secondo tipo di contaminazione è quella da composti organo clorurati, scoperta nel 1975. Si tratta di una contaminazione molto più diffusa ed estesa di quella da cromo esavalente; praticamente interessa tutta l'area cittadina, anche se in molte zone è presente a concentrazioni basse lontane dalla soglia di accettabilità. La piantina in figura 3 mostra la distribuzione dei contaminanti (somma totale del contenuto in solventi) nell'area della città, sempre limitatamente all'acquifero tradizionale.

L'acquifero profondo, cioè l'acquifero della seconda e della terza litozona risulta in tutta la città a tutt'oggi indenne da questa, come da ogni altro tipo di contaminazione. La contaminazione da solventi clorurati costituisce ancora oggi il principale problema qualitativo per il nostro acquedotto. L'istogramma in figura 4 rappresenta, nel corso degli anni il numero di pozzi esclusi dal servizio per il contenuto di organo alogenati. Per una corretta valutazione della tendenza ad aumentare o a diminuire del livello di inquinamento della falda si deve tener conto che il limite di accettabilità nell'acqua in distribuzione per questi composti, è stato progressivamente ridotto negli anni passando dal primo limite di 250 ppb nel 1975, a 200 ppb nel 1982 a 170 ppb nel 1985 e infine a 60 ppb nel 1991. Si ricorda che i primi limiti vennero stabiliti autonomamente dal Comune di Milano mancando una precisa legislazione statale in merito. Solo nel 1985 come noto, venne recepita - da un D.P.C.M., poi sostituito dal D.P.R. 236 del 1988 - la concentrazione massima ammissibile (C.M.A.) delle direttive C.E.E. di 30 ppb: questa C.M.A. doveva essere applicata entro il maggio 1991 ma è stata concessa una deroga dal Ministero della Sanità per 3 anni, durante i quali è consentito un limite di 60 ppb.

C) - nel 1980 vennero fermati alcuni pozzi nella zona "Vialba-Comasina" a causa dell'inquinamento "organolettico", provocato da una grossa industria chimica di Garbagnate, accusata di aver immesso nella falda una serie di contaminanti che formarono un "pennacchio" che raggiunse diversi pozzi nei comuni di Garbagnate, Bollate, Novate (oltre a quelli di Milano Nord-Ovest). Questo inquinamento denominato organolettico perché rivelato da cattivi odori e sapori assunti dall'acqua risulta dalla presenza di un insieme di composti, tra i quali i principali sono il diciclopentadiene e alcuni diossani e diossolani. Si allega una planimetria (Fig. 6) con l'indicazione dell'area interessata da questa contaminazione e un istogramma (Fig. 7) che

rappresenta il numero di pozzi esclusi dal servizio negli anni.

D) - nel 1986 venne accertata, anche in diversi pozzi distribuiti sull'area di Milano, la presenza di atrazina, un diserbante utilizzato principalmente nella coltivazione del mais, in concentrazioni superiori al limite di 0,1 ppb, imposto dalla C.E.E. per questa sostanza nelle acque potabili. Questo tipo di contaminazione è diffuso in molte zone della città anche se in concentrazioni molto basse, di poco superiori a quelle stabilite dal limite C.E.E. che costituisce più che un limite tossicologico, un limite di rilevabilità analitica. La Figura 8 mostra la distribuzione dell'inquinamento da atrazina, nell'acquifero tradizionale. La Figura 9 rappresenta in istogramma il numero dei pozzi fermi per atrazina dal 1986 ad oggi.

E) - Nel 1987 venne rilevata limitatamente all'area della centrale Novara, nella periferia ovest della città la presenza in nove pozzi di T.C.E.P. (triscloroetilfosfato) un additivo usato principalmente nella produzione di materie plastiche come ritardante di fiamma.

F) - Nel 1991 venne accertata - principalmente nei pozzi della centrale Tonezza, che venne esclusa dal servizio - la presenza di 3,6 dicloropiridazina, una sostanza prodotta dalle industrie farmaceutiche, come intermedio nel ciclo di produzione di antireumatici.

Questa sostanza risulta presente, anche se a concentrazioni più basse di quelle misurate nella centrale Tonezza, in altri pozzi della zona ovest. Secondo il Ministero della Sanità, agli effetti della pericolosità per la salute, la 3,6 diclorodipiridazina può essere assimilata ai composti organoalogenati; quindi la somma totale di questi composti deve risultare inferiore a 30 ppb comprendendo anche questa sostanza.

I contaminanti sopra elencati sono i principali rilevati nei pozzi della nostra città. Ma molti altri sono stati riscontrati anche se con minore diffusione: antiparassitari come simazina, prometrina, terbutilazina; composti aromatici come toluene e xileni ecc.

Il peggioramento della qualità dell'acqua della falda è conseguenza non solo della immissione di sostanze estranee immesse dagli scarichi domestici, industriali, artigianali e agricoli ma anche dal peggioramento della composizione chimica dell'acqua, a causa degli stessi scarichi, manifestatosi con l'aumentata concentrazione di composti e parametri naturali: residuo fisso, durezza, nitrati, ecc.

Particolarmente pericolosi sono i nitrati, per gli effetti negativi sulla salute umana; fortunatamente nei pozzi di Milano i nitrati non hanno fino ad ora mai superato la concentrazione massima ammissibile di 50 mg/l attualmente fissato dalla C.E.E. e dalle Organizzazioni Sanitarie.

Questo è il quadro della situazione.

Per affrontare questi problemi ed avviare la soluzione l'Amministrazione Comunale nominò già nel 1975 una Commissione interdisciplinare - comprendente medici, tossicologi, chimici, geologi, denominata "Commissione per il controllo della contaminazione chimica della falda" - che svolse il compito di mettere a punto, assieme ai funzionari dell'Acquedotto e dell'Ufficio d'Igiene, i programmi di intervento. Fu appunto questa Commissione a fissare in 250 ppb la prima soglia di accettabilità per la somma dei composti organoalogenati, mancando all'epoca normative in merito.

Alla fine degli anni '70 venne inoltre affidato a una Società di geologia applicata il compito di sviluppare uno studio idrogeologico e idrogeochimico dell'inquinamento della falda e di mettere a punto metodiche di studio e di intervento nelle centrali contaminate.

Infine vennero stipulate convenzioni con istituti universitari, in particolare con l'Istituto di scienze dell'informazione per l'effettuazione di studi e ricerche su questi argomenti e per la messa a punto di modelli matematici di simulazione del comportamento dell'acquifero.

Si elencano nel seguito i provvedimenti adottati in questi anni dall'Amministrazione comunale e in particolare dall'Acquedotto e dall'Ufficio d'Igiene, abolito all'inizio degli anni '90 e sostituito da 6 USL, per risolvere il problema di erogare acqua di buona qualità e in quantità rispondente alla richiesta e per bonificare e tutelare l'ambiente.

1) - Provvedimenti immediati e di prima necessità

I primi provvedimenti adottati, su disposizione dell'Ufficio d'Igiene sono stati:

- esclusione dal servizio dei pozzi contaminati;

- il loro collegamento alla fognatura in modo da poterne attuare lo "spurgo" cioè l'estrazione di acqua e quindi di contaminante allo scopo di bonificare l'acquifero e di bloccare l'avanzamento dell'onda di contaminazione.

Lo spurgo dei pozzi effettuato utilizzando i pozzi così come sono è operazione poco incisiva, in quanto non mirata, ed è oggetto di critiche poiché in alcune situazioni può risultare controproducente. Infatti quando un pozzo attinga a diverse falde delle quali alcune non contaminate, lo spurgo può comportare la diffusione della contaminazione a tutte le profondità.

2) - Provvedimenti di bonifica e di protezione

L'Ufficio d'Igiene sviluppò in questi anni, principalmente per contrastare la contaminazione da organoalogenati, le seguenti attività:

ricerca ed eliminazione delle fonti di contaminazione;

bonifica mediante sbancamento e asportazione di terreno contaminato;

costruzione di pozzi di bonifica, posizionati a valle delle sorgenti di contaminazione, dotati di filtri a profondità tale da emungere solamente le acque delle zone contaminate.

3) - Provvedimenti e interventi per attingere e distribuire acqua rispondente alle prescrizioni del D.P.R. 236/88

Fermo restando come obiettivo prioritario il recupero ambientale, cioè la tutela e il disinquinamento della falda sotterranea, poiché questa operazione richiede tempi comunque lunghi ed è necessario nel frattempo distribuire acqua di qualità rispondente alle normative, l'Acquedotto, in accordo con le linee guida stabilite dalla Commissione, ha adottato tre tipi di interventi per raggiungere questo risultato:

a) - costruzione di nuove centrali di sollevamento in zone indenni da contaminazione e protette; tre centrali sono già state costruite (Linate - Novara - Assiano); sono attualmente in approvazione i progetti di altre tre centrali, con i relativi pozzi da costruire all'interno di parchi pubblici (Lambro Forlanini - Barona); altre tre centrali sono state programmate al di fuori dell'area comunale.

b) - costruzione di nuovi pozzi e approfondimento di pozzi esistenti per attingere all'acquifero "profondo", incontaminato praticamente in tutta la città, sottostante all'acquifero "tradizionale". Complessivamente fino a oggi sono stati approfonditi 36 pozzi e sono stati costruiti 30 pozzi nuovi che attingono alla seconda litozona.

c) - costruzione di impianti di trattamento (ricorso a soluzioni impiantistiche) per trattare l'acqua contaminata estratta dalla falda e depurarla prima della distribuzione.

Gli impianti comprendono stadi di filtrazione a carboni attivi e torri di areazione. Un filtro a carboni attivi, in grado di depurare 600 l/s di acqua, è già stato installato nella centrale Vialba; altri due filtri della medesima potenzialità sono praticamente in fase d'appalto e serviranno le Centrali Suzzani e Padova. Un quarto filtro dello stesso tipo, per la centrale Salemi è in fase di progettazione. Come noto i carboni attivi trattengono qualunque composto organico (pesticidi, organoalogenati, ecc.).

Per quanto riguarda le torri di aerazione è stato finanziato l'acquisto di 20 torri, ciascuna delle quali in grado di trattare 100 l/s. Le torri d'aerazione eliminano solamente i composti volatili come gli organoalogenati; saranno quindi installate nelle centrali interessate da questo tipo di contaminazione, come le centrali "Comasina", "Chiusabella", "Cimabue", "Gorla", e complessivamente potranno trattare 2000 l/s consentendo di migliorare in tempi brevi, entro il 1994 la qualità dell'acqua prodotta.

L'utilizzo degli impianti di trattamento dovrà avere caratteristiche di provvisorietà, poiché a lunga scadenza l'acquifero dovrà essere bonificato e si dovrà tornare a un metodo strettamente naturale di approvvigionamento e distribuzione di acqua potabile. Le centrali delle zone contaminate potranno essere rifornite da "campi pozzi", ubicati anche esternamente alla città, in aree protette da fasce di rispetto in base alle prescrizioni dell'attuale D.P.R. 236/88 o dal nuovo decreto in fase di elaborazione.

Si deve però fare presente che, se i programmi di intervento e i conseguenti progetti attuativi vennero predisposti tempestivamente, la loro realizzazione pratica è andata a rilento, perchè le opere non vennero finanziate o vennero finanziate solo in parte. E' appunto causato da questi ritardi il rischio attuale di non riuscire a rispettare entro il maggio 1994, in tutta la città, le prescrizioni qualitative del D.P.R. 236/88, in particolare per quanto concerne il parametro 32 cioè i composti organoalogenati.

Attualmente infatti, in circa un quinto della città, viene ancora distribuita acqua con un contenuto totale di composti organoalogenati superiore a 30 ppb (compreso fra 30 e 60 ppb).

Comunque queste opere, una volta realizzate, consentiranno di erogare alla città acqua di ottima qualità, nel solco della migliore tradizione milanese, e con costi contenuti.

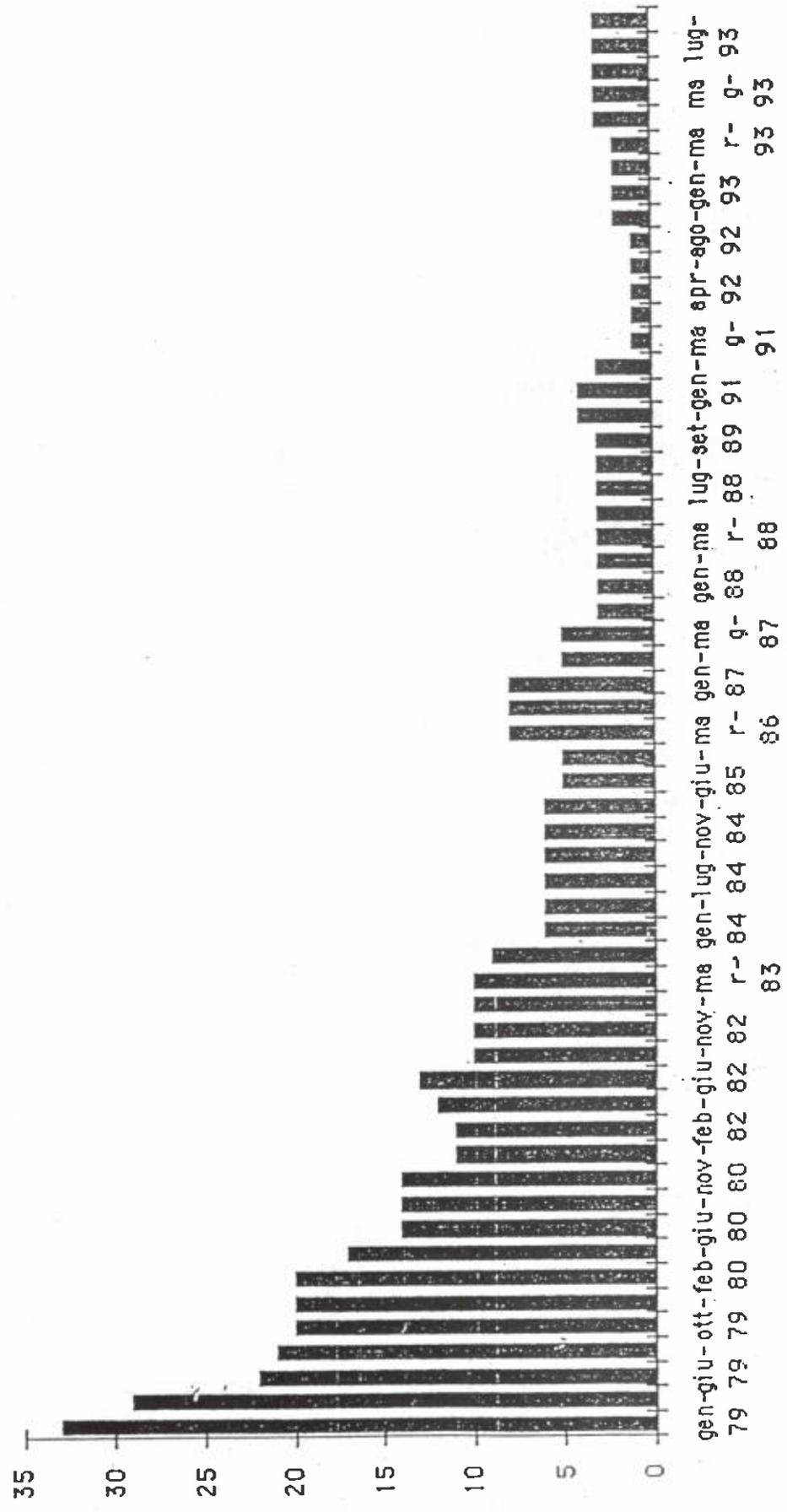
E' bene sottolineare che il ricorso alle acque superficiali, negli ultimi anni più volte ventilato, non costituirebbe una valida soluzione del problema in quanto si finirebbe con l'erogare, con costi molto più elevati - costi che tutta la comunità dovrebbe pagare - acqua di qualità peggiore di quella attualmente distribuita.

ELENCO DELLE FIGURE

- Fig. 1 - Aree della città colpite dall'inquinamento da cromo esavalente.
- Fig. 2 - Istogramma del numero di pozzi inquinati da cromo esavalente, negli anni.
- Fig. 3/A - Distribuzione dei composti organo-alogenati (somma totale) nell'area della città (acquifero tradizionale 1980).
- Fig. 3/B - Distribuzione dei composti organo-alogenati (somma totale) nell'area della città (acquifero tradizionale 1993).
- Fig. 4 - Istogramma del numero di pozzi esclusi dal servizio nel corso degli anni perchè contaminati da composti organo-alogenati.
- Fig. 5 - Distribuzione del contenuto di nitrati nell'acqua della falda cittadina.
- Fig. 6 - Planimetria dell'area colpita dal cosiddetto "inquinamento organolettico".
- Fig. 7 - Istogramma dei pozzi esclusi per "inquinamento organolettico" nel corso degli anni.
- Fig. 8 - Distribuzione dell'inquinamento da atrazina nell'acquifero tradizionale della città.
- Fig. 9 - Istogramma negli anni del numero di pozzi esclusi dal servizio per pesticidi.

Fig. 2

NUMERO DI POZZI DEL CIVICO ACQUEDOTTO ESCLUSI DAL SERVIZIO PERCHE CONTAMINATI
 DA CROMO ESAYALENTE NEL CORSO DEGLI ANNI



**DISTRIBUZIONE DEI COMPOSTI ORGANO-ALOGENATI
(SOMMA TOTALE) NELL'AREA DELLA CITTA' (ACQUI-
FERO TRADIZIONALE 1993)**

**30 POZZI FERMI PER INQUINAMENTO DA COMPOSTI ORGANO-ALOGENATI
C.M.A. SOMMA TOTALE - 60 ppb.
SITUAZIONE ATTUALE**



Fig. 4

NUMERO DI POZZI DEL CIVICO ACQUEDOTTO ESCLUSI DAL SERVIZIO PERCHE' CONTAMINATI:
DA COMPOSTI ORGANOLOGENATI NEL CORSO DEGLI ANNI

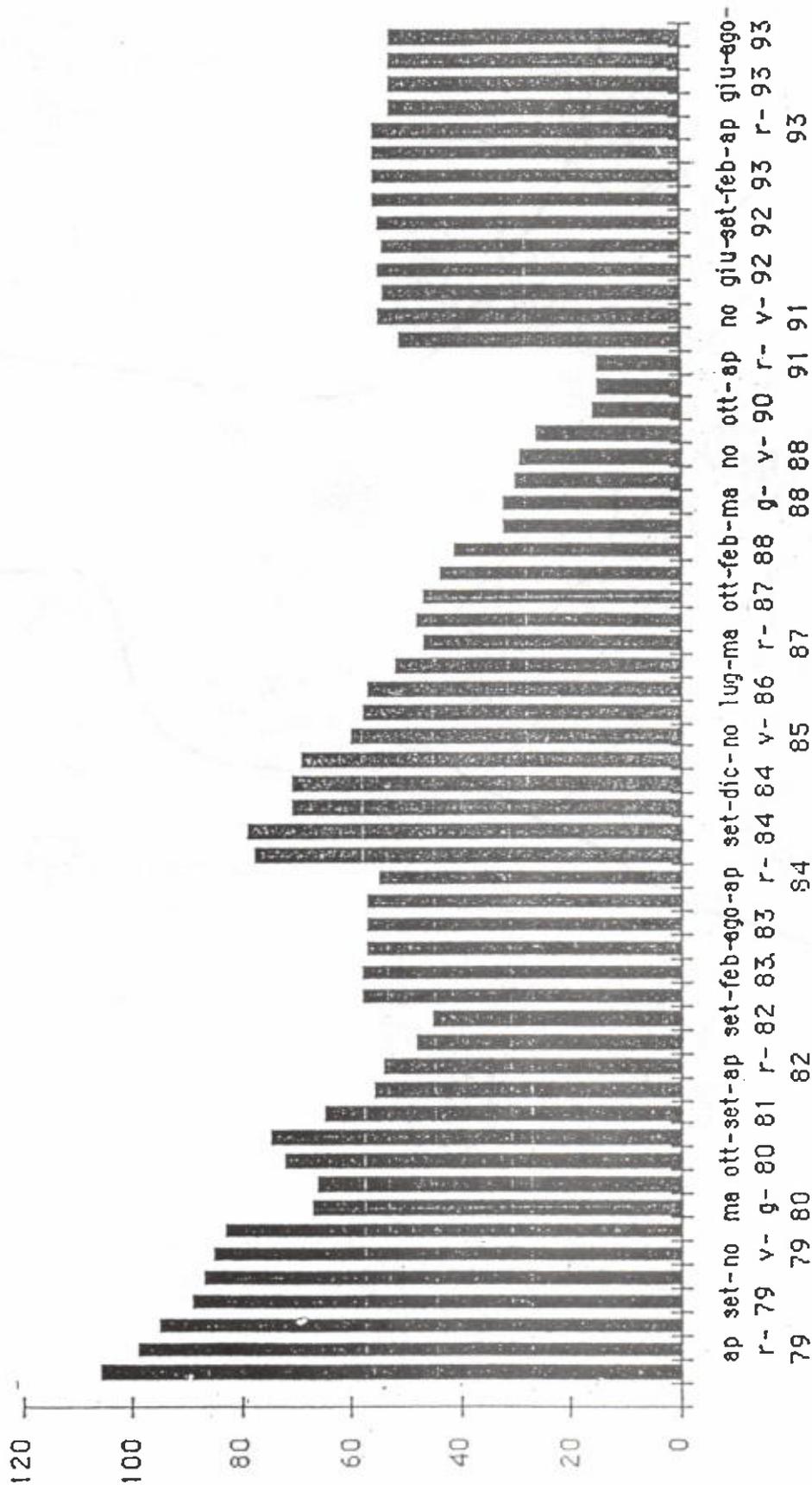


FIG. 6 PLANIMETRIA DELL'AREA INTERESSATA DAL COSIDDETTO
"INQUINAMENTO ORGANOLETTICO"

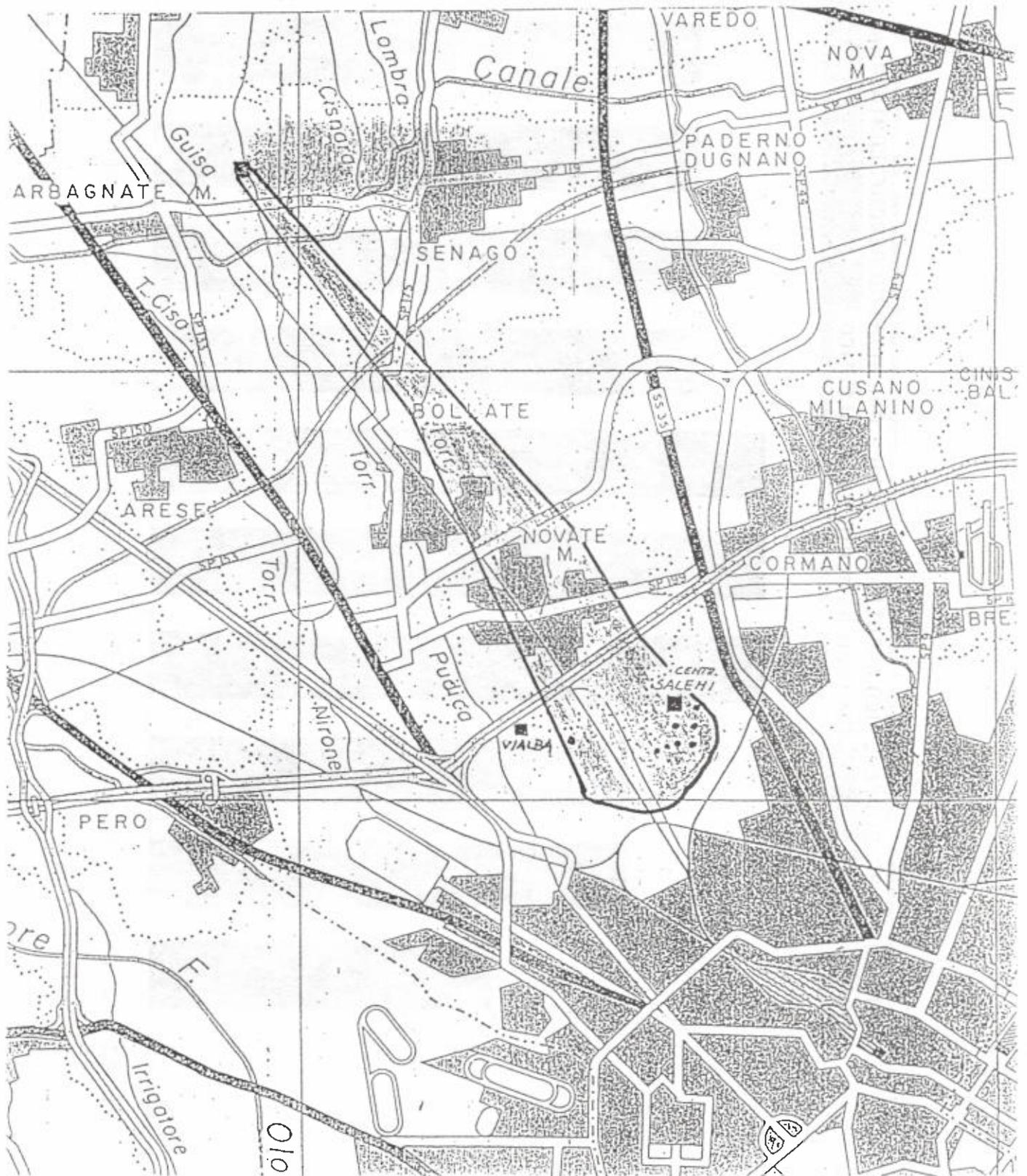
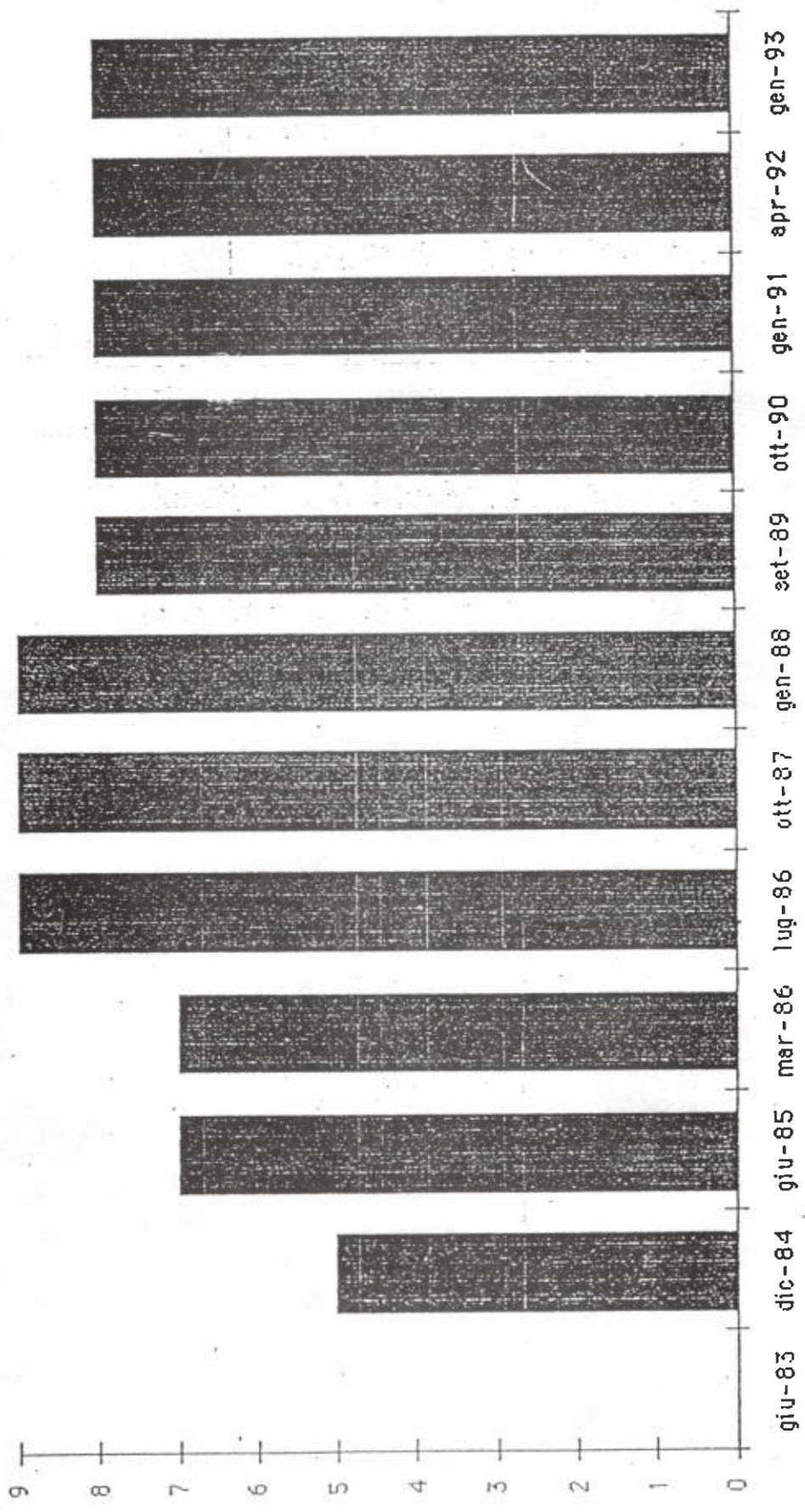


Fig. 7

NUMERO DEI POZZI DEL CIVICO ACQUEDOTTO ESCLUSI DAL SERVIZIO PERCHE' CONTAMINATI
DA INQUINAMENTO "ORGANOLETTICO"



DISTRIBUZIONE DELL'INQUINAMENTO DA ATRAZINA
 NELL'ACQUIFERO TRADIZIONALE DELLA CITTA'

IG. 8 POZZI FERMI PER ATRAZINA
 C.M.A. = 0,100 ppb

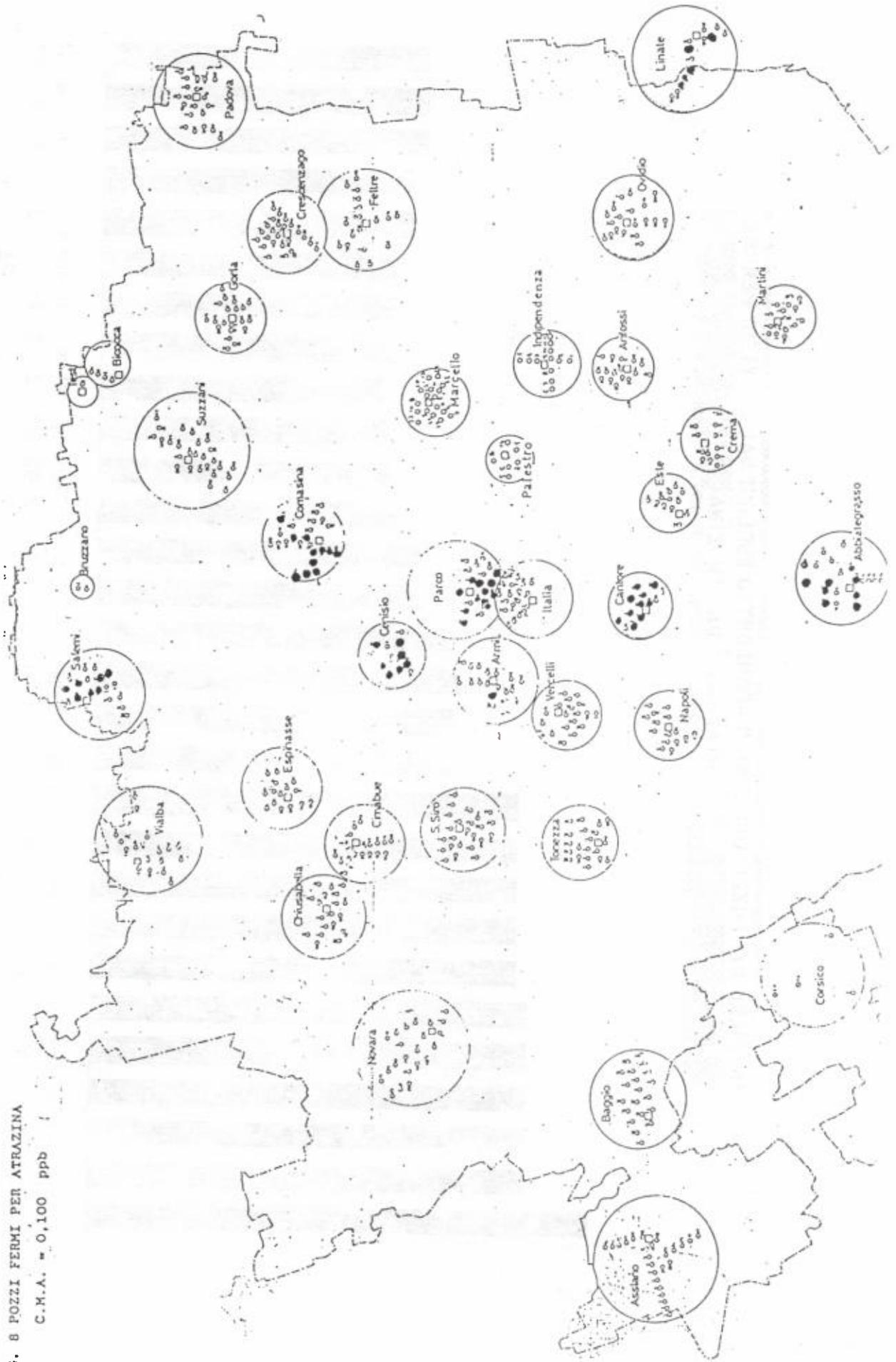
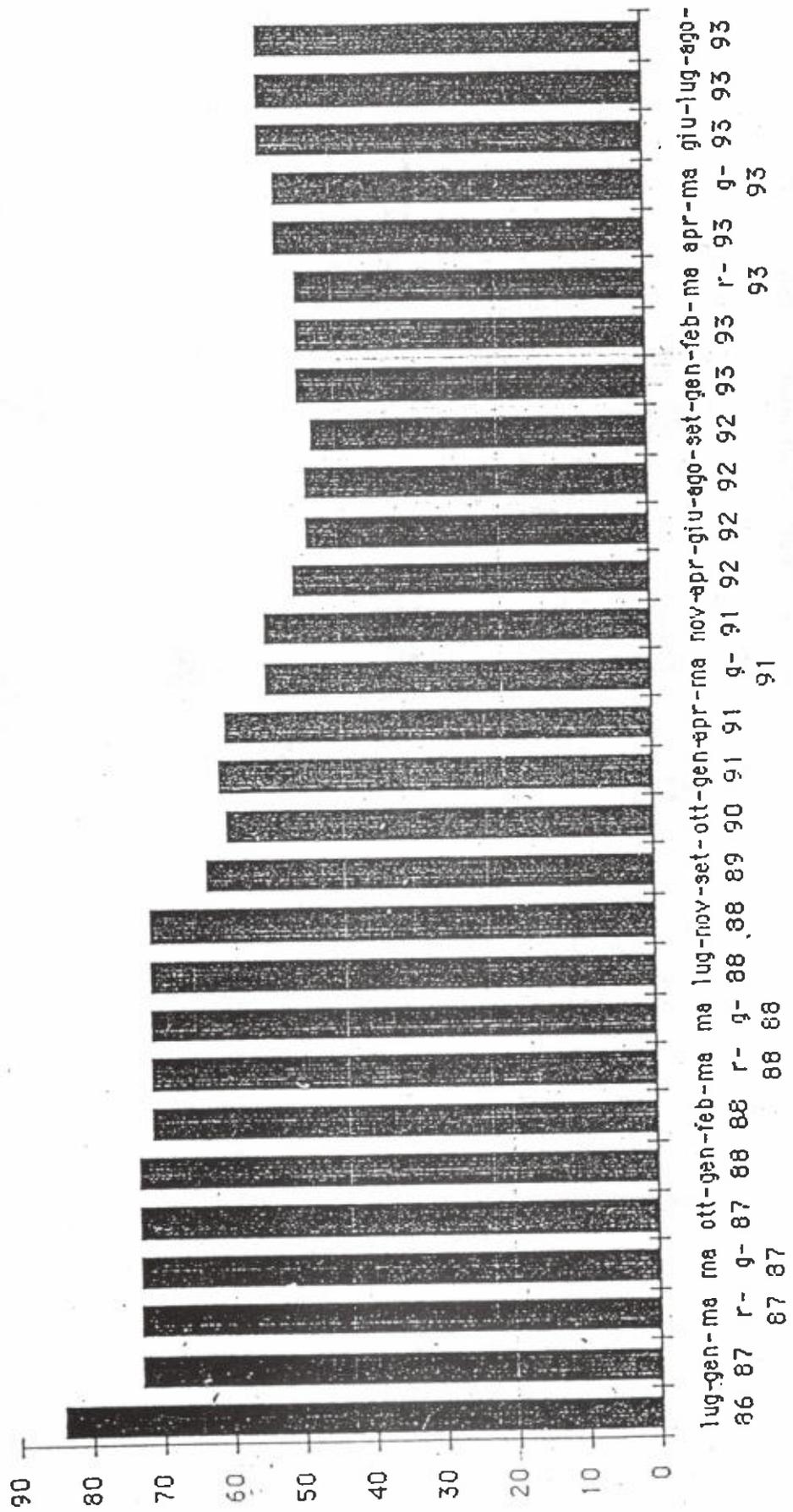


Fig. 9

NUMERO DEI POZZI DEL CIVICO ACQUEDOTTO ESCLUSI DAL SERVIZIO PERCHE' CONTAMINATI DA ATRAZINA



ENTITÀ' DEI PRELIEVI DI ACQUE SOTTERRANEE IN PROVINCIA DI MILANO

Cristina Arduini()*

INTRODUZIONE E SCOPI

Già da alcuni anni la Provincia di Milano ha in corso la realizzazione di un sistema informativo per la falda in stretta collaborazione con il Consorzio per l'Acqua Potabile, l'U.S.S.L. 75/III (Presidio Multizonale d'Igiene e Prevenzione), il Comune di Milano ed i nuovi PMIP di Lodi e Parabiago.

Tale struttura, in osservanza alle specifiche competenze legislative(*), ha il compito di concentrare tutte le conoscenze relative alle falde utilizzate dagli acquedotti, sia per quanto riguarda le caratteristiche qualitative, sia per quello che concerne l'analisi quantitativa degli acquiferi sfruttati.

Utilizzando un sistema di natura informatica estremamente semplice e versatile essa consente di produrre con sempre maggior approfondimento opportune elaborazioni statistiche nonché cartografie tematiche specifiche, tali da rendere sempre più approfondita ed aggiornata la conoscenza degli acquiferi milanesi.

Tali approfondimenti si sono e si stanno concretizzando sia con la stampa di elaborati periodici (annuali) sia con l'estrazione, da parte di ogni Ente partecipante al sistema, di dati indirizzati alle specifiche e rispettive competenze.

E' in quest'ottica che si e' voluto cominciare ad esaminare un aspetto estremamente importante che rappresenta il primo passo per la conoscenza dello stato di sfruttamento di tali acquiferi costituito dalla valutazione, il più possibile corretta e precisa del quantitativo complessivo di acqua prelevata da pozzi pubblici e privati nei singoli anni.

Per quanto riguarda il periodo di indagine si e' iniziato con l'anno 1989 e si è proseguito negli anni successivi ottenendo così una serie storica rappresentativa e fondamentale sia per quanto riguarda il livello di conoscenza che, soprattutto, per la realizzazione di interventi mirati alla tanto auspicata razionalizzazione dell'uso dell'acqua.

E' ovvio che in una simile ricerca di documentazione, come si vedrà più oltre, non e' stato possibile acquisire il valore relativo alla totalità dei quantitativi emunti per l'assenza di alcuni dati e ciò sia per l'inesistenza dei dati medesimi dovuta ad esempio alla mancanza di contatori su alcuni pozzi, sia perché non omogeneamente raccolti presso gli Enti gestori, sia infine per le lacune di conoscenza tuttora esistenti relative al censimento dei punti di prelievo privato anche se nel 1993 è stato effettuato un primo censimento da parte del Sistema Informativo Falda attualmente in attesa di verifica da parte delle USSL territorialmente competenti.

Quando si potrà fare affidamento su di un flusso di dati continuo e possibilmente sempre più completo relativamente agli anni successivi, si potrà poi passare alla valutazione degli altri elementi che costituiscono il complesso mosaico del Bilancio Idrogeologico il quale, già oggetto in passato di valutazione da parte di uno specifico studio promosso dal Consorzio Acqua Potabile(*), potrà essere così definito in modo sempre più preciso e puntuale; si vuole tuttavia qui esporre nella loro globalità i dati fin qui raccolti ed analizzati.

2) PRINCIPALI FATTORI DEL BILANCIO IDROGEOLOGICO

Si ritiene opportuno fare qui un accenno alla complessità di tale valutazione utilizzando le schematizzazioni suggerite dagli autori citati per far comprendere i principali componenti del bilancio idrogeologico.

(*) funzionario presso la Provincia di Milano- Sistema Informativo Falda

(*) L.319/76 - L.R. 32/80 e succ. modif. (L.R. 58/84 L.R. 62/85).

(*) Beretta, Cavallin, Francani, Mazzarella, Pagotto - Primo bilancio idrogeologico della Pianura Padana Milanese - 1985

Per quanto riguarda gli *apporti* vanno considerate dapprima le precipitazioni, sia come quantitativi globali caduti sia come quantitativi che effettivamente raggiungono l'acquifero (piogge efficaci).

E' infatti intuibile che dei cospicui quantitativi d'acqua caduti nel corso dell'anno e valutabili mediamente per quest'area in circa 900 / 1200 mm (pari a circa 1900 milioni di mc d'acqua per tutto il territorio provinciale)solo una parte raggiunga la falda e ciò' sia a seguito delle variabili caratteristiche di permeabilità' presenti nei depositi che costituiscono suolo e sottosuolo, sia a seguito di intense impermeabilizzazioni prodotte dall'espansione dell'urbanizzazione nel corso degli ultimi decenni.

Vanno poi prese in considerazione le irrigazioni agricole che in un territorio come quello padano assumono una importanza preponderante sia per quanto riguarda gli enormi volumi d'acque superficiali distribuiti valutabili nell'ordine del miliardo e mezzo di mc da parte dei vari consorzi quali ,Canale Villoresi, Naviglio Grande, Naviglio Martesana, per citarne i più' importanti, sia in relazione alla enorme capillarità' di tale distribuzione (canali secondari e terziari, rogge, colatori, etc.) sia infine e non ultimo per le caratteristiche specifiche di alcuni tipi di colture ,purtroppo sempre meno praticate che costituiscono vere e proprie ricariche artificiali dell'acquifero (marcite, risaie etc.).

Oltre agli apporti delle falde localizzate a monte della pianura in zona pedemontana sono da considerare anche tutti quei contributi che provengono da corsi d'acqua superficiali i quali, trovandosi in posizione sospesa rispetto all'acquifero (anche solo in pochi periodi dell'anno a seguito dell'oscillazione piezometrica stagionale di quest'ultimo) perdono nel sottosuolo parte della propria portata.

Lo stesso fenomeno, purtroppo, avviene anche per infiltrazioni dovute a sistemi fognari danneggiati lungo le condutture o che utilizzano ancora vasche di decantazione o di disperdimento ai loro terminali.

Relativamente alle *voci passive* del bilancio oltre ovviamente a quanto già' accennato riguardante la globalità' dei prelievi da pozzo e' da considerare il caso opposto a quello precedentemente esposto relativo agli apporti che si verificano da parte di corsi d'acqua superficiali, anche di notevoli dimensioni. Tali acque, scorrendo al di sotto della superficie piezometrica, drenano le falde limitrofe anche per portate considerevoli come già' evidenziato nello studio precedentemente citato relativo al fiume Ticino ,provocando un sensibile abbassamento localizzato della superficie piezometrica.

Altre perdite rilevanti sono ovviamente costituite dallo scorrimento verso valle degli acquiferi, perdite queste che dovrebbero essere tuttavia compensate dagli apporti precedentemente analizzati della stessa natura. Da citare inoltre le perdite dovute al drenaggio della falda da parte dei fontanili che quali strutture semi artificiali fungono da sfioratori naturali dell'acquifero superficiale.

Perdite di carattere minore, almeno alle nostre latitudini sono poi costituite dall'evaporazione di acque raccolte in bacini scavati in falda di dimensione variabile ed originati dall'attività' estrattiva di materiali inerti (ghiaia e sabbia).

E' abbastanza immediato pertanto comprendere la difficoltà' di valutazione di molti di questi fattori ma ci si augura che con un corretto approfondimento di tipo idrogeologico, sulla base delle conoscenze e studi già' realizzati, e con l'acquisizione di nuovi dati aggiornati e sempre più' precisi, quali ad esempio oltre a quelli del presente studio, anche quelli che deriveranno dalla realizzazione di un completo catasto dei pozzi privati, sarà' possibile conoscere con sufficiente esattezza lo stato reale di sfruttamento degli acquiferi e quindi poterne indicare e dimensionare opportuni correttivi.

3) USI DELL'ACQUA

Prima di considerare nel dettaglio i prelievi da falda nel territorio provinciale milanese sembra opportuno puntualizzare quali siano le principali modalità' di utilizzo delle acque prelevate dall'acquifero, gli usi sono così sintetizzabili:

USO CIVILE

Rappresenta il tipico uso civile dell'acqua destinata a scopi igienico-sanitari per:

- private abitazioni
- uffici
- edifici pubblici
- attività commerciali

ma anche per altri usi vari, quali:

- impianti sportivi
- fontanelle pubbliche
- innaffiamento giardini e lavaggio strade
- impianti di condizionamento

USO INDUSTRIALE

Costituisce la maggiore voce del quantitativo di consumo idrico in quanto entra pesantemente nel trattamento di processo produttivo quale ad esempio nei circuiti di raffreddamento e di produzione vera e propria. Si elencano di seguito le principali tipologie produttive che in Provincia di Milano impiegano grandi quantitativi d'acqua proveniente dalla falda:

-FONDERIE

-CARTIERE

-INDUSTRIE METALMECCANICHE

-IMPIANTI CHIMICI (Poli chimici, petrolchimici e farmaceutici)

-INDUSTRIE ALIMENTARI

-LAVORAZIONI VETRI E MARMI

-LAVAGGIO MATERIALI LAPIDEI (cave)

-IMPIANTI LAVAGGIO AUTOMEZZI.

USO AGRICOLO

Anche se le acque impiegate nelle attività agricole provengono per la quasi totalità dai corpi idrici superficiali, è sempre più invalso l'uso anche di acqua proveniente dalla falda e ciò anche per l'essiccamento dei fontanili dovuto all'intenso abbassamento freatico. Tali acque, oltre all'irrigazione vera e propria, vengono anche utilizzate per la pulizia delle stalle e per l'abbeverata del bestiame.

4) TERRITORIO D'INDAGINE

Il territorio considerato, (Provincia di Milano) di 2762,22 Km² di cui 193.746 ha coltivati pari a circa 2/3 della superficie, dal punto di vista idrogeologico appartiene al più vasto contesto della Pianura Padana. Tale territorio viene così descritto in bibliografia^(*):

"Settore costituito da un bacino con substrato terziario e quaternario riempito da depositi glaciali, fluvioglaciali e dalle alluvioni dei corsi d'acqua. Questi sedimenti, costituiti da ghiaie, sabbie, limi ed argille, sono caratterizzati da frequenti transizioni verticali ed orizzontali, che generano falde libere, artesiane e semiartesiane.

Nell'alta pianura al bordo dei depositi glaciali degli anfiteatri morenici, i terrazzi ferrettizzati (fluvioglaciale Riss e Mindell auct.) che ricoprono i conglomerati tipo "Ceppo dell'Adda" e le argille "Villafranchiane" sono spesso interrotti da incisioni riempite da sedimenti permeabili; esse costituiscono paleoalvei molto produttivi, dal punto di vista idrogeologico rispetto ai terreni circostanti a causa della maggiore trasmissività.

Nella Media Pianura l'acquifero tradizionalmente sfruttato diventa più produttivo a causa del grande spessore assunto dalle unità più permeabili (anche fino a 100 m) e dalla

(*) Beretta, Francani et alii - Studi idrogeologici sulla Pianura Padana - vol.3-1987

possibilita' di ricarica naturale, sia per l'efficace sistema irriguo, sia per la permeabilita' dei depositi attribuiti al Fluvioglaciale Wurm Auct..

Esso viene considerato a scala regionale come un sistema monostrato-multifalde la cui base impermeabile e' costituita da limi, sabbie ed argille (Villafranchiano) e dai depositi Pliocenici che affiorano al margine prealpino e pedeappenninico.

Esistono localmente diversi livelli di pressione tra la parte superficiale e quella profonda della falda che possono raggiungere anche qualche metro di differenza.

Nella bassa pianura si assiste ad una progressiva diminuzione della granulometria dei depositi, poiche' si ha prevalenza di sabbie con frequenti intercalazioni di livelli limoso-argillosi e rare lenti ghiaiose; gli acquiferi diventano pertanto molto piu' compartimentati e le caratteristiche qualitative delle acque piu' scadenti.

Il livello della prima falda e' a piccola profondita' e viene ad emergere talvolta dando origine alla "zona dei Fontanili", che si comportano come sfioratori ed il cui regime e' generalmente influenzato dalle pratiche irrigue."

Tali brevi note per quanto estremamente succinte dovrebbero tuttavia dare un quadro sommario ed indicativo della struttura del corpo idrogeologico esaminato, dal quale vengono prelevati quegli enormi quantitativi d'acqua destinati sia al consumo umano che a quello industriale che verranno esposti piu' oltre.

Il territorio considerato comprende la totalita' della Provincia con i suoi 247 comuni, ma per comodita' di elaborazione sono state utilizzati i territori amministrativi delle USSL; i dati raccolti e considerati sono i seguenti:

- numero di pozzi pubblici attivi per comune,
- superficie comunale espressa in Km²
- popolazione residente dell'anno considerato
- prelievo pubblico comprese le perdite della rete acquedottistica ove conosciute
- prelievo autonomo industriale
- prelievo autonomo agricolo solo per l'anno 1991.

Di questi dati si sono calcolate le medie di consumo sia pro capite sia per superficie comunale.

FONTE DEI DATI

Il reperimento dei dati, purtroppo gravoso e spesso problematico causa la frammentazione degli stessi sia sul territorio che nel tempo, è stato effettuato presso i seguenti Enti:

- Consorzio Acqua Potabile, che serve 203 comuni
- Comune di Milano con 31 centrali di sollevamento in funzione
- Aziende acquedottistiche minori (11 aziende)
- Uffici tecnici comunali
- Archivi provinciali.

Esaminiamo pertanto nel dettaglio tali fonti di dati:

1) CONSORZIO ACQUA POTABILE.

Risulta insieme al Comune di Milano il piu' importante Ente di sollevamento e distribuzione d'acqua in Provincia di Milano, con i suoi 203 Comuni consorziati e circa 1.700.000 abitanti serviti da piu' di 700 pozzi e 5.500 km di tubazioni.

Suddiviso dal punto di vista organizzativo in tre settori tecnici (Rip. Acquedotti Nord e Sud e Ripartizione Geologia e Trattamento Acque) ha fornito le documentazioni relative al sollevamento complessivo distinto per comune.

2) COMUNE DI MILANO

E' superfluo sottolineare l'importanza che riveste nei consumi idrici della Pianura Padana l'acquedotto di Milano che comincia ad operare fin dal 1888 perforando i primi pozzi al Parco Sempione ed all'Arena (*).

Oggi con gli oltre 2000 Km di tubazioni, le 31 centrali di pompaggio attive alimentate da circa 600 pozzi rappresenta uno dei principali impianti acquedottistici italiani.

3) AZIENDE ACQUEDOTTISTICHE MINORI

Molti grandi centri della Provincia di Milano, si sono dotati di proprie aziende municipalizzate che molto spesso oltre a gestire l'acquedotto provvedono anche alla distribuzione del gas.

Tali Aziende piu' o meno grandi ed organizzate sono indicate nell'allegato elenco e costituiscono una realta' abbastanza diffusa ed importante.

Anche da tali fonti e' stato possibile ricavare informazioni sufficientemente precise in funzione essenzialmente al grado di organizzazione specificatamente raggiunto.

Segue l'elenco di tali aziende:

A.M.A.G.A.	Azienda Municipale Acqua e Gas - Abbiategrasso
A.S.M.	Azienda Servizi Municipalizzati - Codogno
A.M.S.P.	Azienda Municipale Servizi Pubblici - Desio
A.S.M.L.	Azienda servizi Municipalizzati - Lissone
A.M.G.A.	Azienda Municipalizzata Acqua e Gas - Legnano
A.S.T.E.M.	Azienda Servizi Tecnici Municipalizzati - Lodi
A.S.M.	Azienda Servizi Municipalizzati - Magenta
A.G.A.M.	Azienda acqua e Gas Monza
M.E.A.	Melegnano Energia Ambiente
COOP. ACQUA POTABILE	Muggiò
A.M.S.P.	Azienda Municipale Servizi Pubblici - Seregno e Meda

4) GESTIONI COMUNALI DIRETTE

Laddove non esiste un'azienda acquedottistica appositamente strutturata, soprattutto presso i piccoli centri dove l'approvvigionamento idrico e' limitato a pochi pozzi, la rete acquedottistica viene direttamente gestita dagli Uffici Tecnici Comunali.

Segue l'elenco di tali Comuni:

AGRATE BRIANZA	GESSATE
AICURZIO	GORGONZOLA
ALBIATE	INVERUNO
ARCONATE	MAGNAGO
BOVISIO MASCIAGO	MESERO
BUSCATE	MEZZAGO
BUSTO GAROLFO	NOSATE
CAMBIAGO	PARABIAGO
CANEGRATE	PESSANO
CARATE B.	RHO
CASOREZZO	ROBECCHETTO
CASTANO P.	S.GIORGIO S./L.
CERRO M.	S.VITTORE OLONA
COGLIATE	SEVESO
CORNATE D'ADDA	VILLACORTESE
CUGGIONO	VIMERCATE
DAIRAGO	

(*) AA.VV. - Comune di Milano- L'acquedotto di Milano - 1990.

5) ARCHIVI PROVINCIALI

A' sensi della legge 319/76 nonche' delle susseguenti normative regionali(L.R. 32/80 e 58/82),ogni utilizzatore di approvvigionamento idrico autonomo,e' tenuto a denunciare alla Provincia competente per territorio i quantitativi idrici prelevati nell'anno. Sono stati pertanto utilizzati unicamente i dati relativi ai consumi industriali.

Relativamente al prelievo agricolo si è tentato per l'anno 1991 una valutazione dei consumi,esaminando caso per caso, per scindere,ove possibile il prelievo da pozzo da quello da corpo idrico ha risultato che tali quantitativi influenzerebbero solo marginalmente il totale dei consumi.

ESAME RIASSUNTIVO DELLO STATO DEI PRELIEVI

Come già esposto nell'introduzione si è cominciato a considerare i quantitativi globali dei prelievi da falda dal 1989, anno di inizio operativo del Sistema Informativo Falda provinciale, fino al 1991; l'ultimo anno è in corso di stampa. L'impegno gravoso di raccolta dei dati che avviene attraverso contatti diretti od indiretti,ma sempre senza supporto informatico e con solo supporto cartaceo con conseguente inserimento dei dati nel computer, rallenta molto la possibilità di fornire in tempo reale la situazione globale dei prelievi nella Provincia di Milano, per cui si auspica in un futuro molto prossimo un miglioramento della situazione. Verranno esaminati dapprima singolarmente gli anni considerati e quindi verrà effettuata una comparazione fra di essi.

ANNO 1989

Si evidenzia con chiarezza innanzi tutto un dato significativo rappresentato dal volume complessivo d'acqua sollevata dall'acquifero nel corso del 1989.I prelievi idrici in questione sono stati infatti di poco superiori al miliardo di metri cubi/anno,precisamente 1.036.093.101, dato questo che si ritiene,comunque, in difetto, per le note difficoltà di reperimento dei dati. Per avere un'idea concreta di tale quantitativo si puo' affermare che la quantita' d'acqua prelevata dalla falda e' praticamente pari al volume contenuto nei laghi Trasimeno ed Albano sommati.

Il prelievo pubblico ne rappresenta la quota maggiore pari a 688.978.029 (66% del totale) con una media a livello provinciale pari a 173 mc/a per abitante(473 l/giorno/abitante), mentre il prelievo industriale autonomo e' invece pari al 34 % del totale; i quantitativi divisi per i territori amministrativi delle Ussl sono elencati nel prospetto sottostante.

PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI PRELIEVI IDRICI 1989

USSL	POZZI ATTIVI	SUPERFICIE	POPOLAZIONE	PRELIEVO USO	PRELIEVO USO	PRELIEVO
	PUBBLICI	USSL		PUBBLICO	INDUSTRIALE	TOTALE
	n.ro	kmq	n.ro *	mc/anno	mc/anno	mc/anno
USSL 9 - SARONNO	11	31,14	31 040	2.841.212	18.867.542	21.708.754
USSL 54 - CODOGNO	60	392,37	70.985	10.593.514	6.708.169	17.301.683
USSL 55 - S.ANGELO L.	41	161,18	41.070	6.490.440	6.189.772	12.680.212
USSL 56 - LODI	52	262	83.246	10.406.971	6.867.000	17.273.971
USSL 57 - MELEGNANO	49	146,01	131.106	20.787.959	23.721.114	44.509.073
USSL 58 - CERNUSCO	85	156,18	206.166	35.410.456	49.954.584	85.365.040
USSL 59 - CASSANO	43	131,45	78.910	12.085.001	9.199.309	21.284.310
USSL 60 - VIMERCATE	87	118,24	124.610	21.051.429	9.229.217	30.280.646
USSL 61 - CARATE BR.	24	53,41	59.225	7.818.967	1.181.218	9.000.185
USSL 62 - MEDA	49	55,84	116.393	14.254.904	1.543.066	15.797.970
USSL 63 - DESIO	40	47,30	131.675	17.892.623	18.663.659	36.556.282
USSL 64 - MONZA	80	70,84	225.695	32.724.635	5.031.754	37.756.389
USSL 65 - SESTO S.G.	39	20,19	142.355	20.836.597	30.113.947	50.950.544
USSL 66 - CINISELLO	47	37,73	193.307	27.372.329	7.553.553	34.925.882
USSL 67 - GARBAGNATE	47	56,96	149.785	18.414.522	9.341.261	27.755.783
USSL 68 - RHO	51	84,20	152.015	23.585.487	37.722.478	61.307.965
USSL 69 - PARABIAGO	29	61,46	70.689	9.850.012	4.524.897	14.374.909
USSL 70 - LEGNANO	34	44,70	92.206	13.535.064	3.958.174	17.493.238
USSL 71 - CASTANO P.	40	115,78	59.168	6.854.090	6.614.120	13.468.210
USSL 72 - MAGENTA	43	130,73	99.801	13.555.821	20.254.036	33.809.857
USSL 73 - ABBIATEGRASSO	39	206,65	60.802	8.168.888	6.864.819	15.033.707
USSL 74 - CORSICO	30	51,76	114.164	16.232.819	6.669.413	22.902.232
USSL 75 - MILANO	582	181,74	1.449.403	320.629.677	37.906.629	358.536.306
USSL 76 - ROZZANO	50	143,94	103.022	17.584.612	18.435.341	36.019.953
TOTALI	1652	2761,8	3.986.838	688.978.029	347.115.072	1.036.093.101

*dati Istat 1989

MEDIE DEI CONSUMI IDRICI 1989

USSL	PRELIEVO PUBBLICO	PRELIEVO TOTALE	PRELIEVO TOTALE PER
	PER ABITANTE mc/anno/abitante	PER ABITANTE mc/anno/abitante	SUPERFICIE mc/Kmq
USSL 9 - SARONNO	92	699	697.134
USSL 54 - CODOGNO	149	244	44.095
USSL 55 - S.ANGELO L.	158	309	78.671
USSL 56 - LODI -	125	208	65.931
USSL 57 - MELEGNANO	159	339	304.836
USSL 58 - CERNUSCO S/N	172	414	546.581
USSL 59 - CASSANO D'ADDA	153	270	161.919
USSL 60 - VIMERCATE	169	243	256.095
USSL 61 - CARATE BR.	132	152	168.511
USSL 62 - MEDA	122	136	282.915
USSL 63 - DESIO	136	278	772.860
USSL 64 - MONZA	145	167	532.981
USSL 65 - SESTO S GIOV.	146	358	2.523.553
USSL 66 - CINISELLO	142	181	925.679
USSL 67 - GARBAGNATE	123	185	487.286
USSL 68 - RHO	155	403	728.123
USSL 69 - PARABIAGO	139	203	233.890
USSL 70 - LEGNANO	147	190	391.348
USSL 71 - CASTANO PRIMO	116	228	116.326
USSL 72 - MAGENTA	136	339	258.624
USSL 73 - ABBIATEGRASSO	134	247	72.750
USSL 74 - CORSICO	142	201	442.470
USSL 75 - MILANO	221	247	1.972.798
USSL 76 - ROZZANO	171	350	250.243
TOTALI	173	260	375.151

Le Ussl con i maggiori prelievi pubblici, oltre Milano, sono la 58 (Cernusco sul Naviglio) e la 64 (Monza) mentre i maggiori consumi industriali sono soprattutto alla 65 (Sesto S.G.) e alla 68 (Rho)e ancora alla 58 dove è presente il polo chimico. A Milano si ha però la maggiore concentrazione di consumi sia pubblici che industriali, su cui incide anche la presenza di molti pozzi in spurgo per vari tipi di inquinamento.

Si rileva inoltre,osservando le cartine nella pagina seguente (Fig. 1-4) riguardanti le varie realtà esistenti,ovvero i prelievi pubblici, privati, totali e per superficie comunale, che i prelievi soprattutto industriali sono concentrati in aree ben localizzate, portando a livelli molto alti il rapporto di sollevato per Kmq come accade,oltre ovviamente a Milano,anche ad esempio nei comuni di Sesto S.G.,Ceriano Laghetto,Magenta,Varedo, dove sono concentrati i maggiori poli industriali, soprattutto a carattere chimico.

Si evidenzia per l'appunto la concentrazione dei consumi in aree ben distinte intensamente antropizzate e fortemente industrializzate individuabili in una fascia nord-ovest/sud-est del territorio provinciale mentre quelle esterne,adiacenti ai fiumi Adda e Ticino con carattere prevalentemente agricolo,presentano consumi decisamente piu' contenuti.

ANNO 1990

Il quantitativo d'acqua complessivamente sollevato dalla falda nel corso del 1990, è appena superiore al miliardo di mc/anno e più precisamente 1.060.557.209. Come per l'anno precedente tale dato è comunque in difetto per la difficoltà di reperire e di censire tutti i pozzi privati della Provincia, nonchè per il fatto che non sono stati considerati i prelievi agricoli da pozzo.

Il prelievo pubblico rappresenta la quota maggiore di tale valore con 712.003.987 mc/anno pari al 67% del totale con una media a livello provinciale di 178 mc/anno/abitante , mentre il

prelievo industriale è dell'ordine del 33% del totale emunto.

Esaminando le cartine della Provincia di Milano riferite al 1990 emergono inoltre le seguenti indicazioni(Fig.5-8 e tabelle allegate):

- I maggiori consumi totali sono concentrati nelle Ussl 75 (Milano) e 58(Cernusco sul Naviglio), in quest'ultima , infatti, è presente il polo chimico di Pioltello-Rodano, mentre la prima (Milano)è il territorio comunale con il maggior numero di abitanti.

- I prelievi pubblici sono sempre più alti a Milano per l'elevata concentrazione di abitanti; le altre Ussl hanno invece i consumi compresi tra 20 e 50 milioni come le Ussl 57(Melegnano),58(Cernusco S.N.), 60(Vimercate) ecc., tutte appartenenti alla cintura milanese; le Ussl con consumi inferiori ai 10 milioni l'anno sono rimaste le stesse del 1989.

- I prelievi industriali, rispetto ai prelievi pubblici, hanno la caratteristica di essere maggiormente localizzati in aree ben distinte come la 75 (Milano), che nel 1990 ha il primato dei maggiori consumi autonomi industriali nella Provincia di Milano.Le altre Ussl interessate da grossi insediamenti industriali sono la 58(Cernusco S.N.) con il polo chimico, la 9 (Saronno) con un altro polo chimico anche se più limitato, la 65 (Sesto S.G.) con un'acciaiera che ha tuttavia diminuito i consumi, la 68(Rho) con varie realtà industriali, la 72(Magenta) con una grossa industria chimica. Queste concentrazioni sono poi evidenziate anche nell'analisi dei prelievi valutati per superficie(mc/Kmq), in cui il maggior prelievo si riscontra ancora nell'Ussl 65,nonostante il maggior quantitativo prelevato nel comune di Milano.

PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI PRELIEVI IDRICI 1990

USSL	POZZI ATTIVI PUBBLICI n.ro	SUPERFICIE USSL kmq	POPOLAZIONE n.ro *	PRELIEVO USO PUBBLICO mc/anno	PRELIEVO USO INDUSTRIALE mc/anno	PRELIEVO TOTALE mc/anno
USSL 9 - SARONNO	11	31,14	31.362	3.356.361	18.261.432	21.617.793
USSL 54 - CODOGNO	60	392,37	70.983	10.642.117	8.543.671	19.185.788
USSL 55 - S ANGELO L.	41	161,18	41.867	6.864.346	5.480.259	12.344.605
USSL 56 - LODI	52	262,00	84.335	10.678.164	6.392.710	17.070.874
USSL 57 - MELEGNANO	49	146,01	132.660	20.809.626	16.328.360	37.137.986
USSL 58 - CERNUSCO S/N	85	156,18	208.724	36.576.264	56.253.046	92.829.310
USSL 59 - CASSANO D'ADDA	43	131,45	80.013	12.613.400	9.331.955	21.945.355
USSL 60 - VIMERCATE	87	118,24	126.284	20.524.979	12.453.078	32.978.057
USSL 61 - CARATE BR.	24	53,41	59.880	8.269.581	1.087.483	9.357.064
USSL 62 - MEDA	49	55,84	117.024	15.897.550	1.421.855	17.319.405
USSL 63 - DESIO	40	47,30	132.607	18.249.478	15.290.529	33.540.007
USSL 64 - MONZA	80	70,84	226.871	33.382.956	7.031.774	40.414.730
USSL 65 - SESTO S.GIOV.	39	20,19	142.089	21.505.000	22.399.310	43.904.310
USSL 66 - CINISELLO	47	37,73	193.460	28.543.000	6.245.040	34.788.040
USSL 67 - GARBAGNATE	47	56,96	151.067	21.221.000	8.844.163	30.065.163
USSL 68 - RHO	51	90,35	154.049	22.811.433	36.786.139	59.597.572
USSL 69 - PARABIAGO	29	61,46	71.322	9.653.662	4.708.198	14.361.860
USSL 70 - LEGNANO	34	44,70	92.994	13.143.286	5.025.551	18.168.837
USSL 71 - CASTANO PRIMO	40	115,78	59.621	6.917.525	8.368.707	15.286.232
USSL 72 - MAGENTA	43	130,73	100.588	14.108.595	17.336.546	31.445.141
USSL 73 - ABBIATEGRASSO	39	206,65	61.667	8.887.059	5.162.734	14.049.793
USSL 74 - CORSICO	30	51,76	114.804	17.905.834	6.713.651	24.619.485
USSL 75 - MILANO	582	181,74	1.432.184	330.212.611	50.676.609	380.889.220
USSL 76 - ROZZANO	50	143,94	105.655	19.230.160	18.410.422	37.640.582
TOTALI	1652	2762,22	3.992.110	712.003.987	348.553.222	1.060.557.209

* dati ISTAT 1990

MEDIE DEI CONSUMI IDRICI 1990

USSL	PRELIEVO PUBBLICO	PRELIEVO TOTALE	PRELIEVO TOTALE PER
	PER ABITANTE	PER ABITANTE	SUPERFICIE
	mc/anno/abitante	mc/anno/abitante	mc/Kmq
USSL 9 - SARONNO	107	689	694.213
USSL 54 - CODOGNO	150	270	48.897
USSL 55 - S. ANGELO L.	164	295	76.589
USSL 56 - LODI	127	202	65.156
USSL 57 - MELEGNANO	157	280	254.352
USSL 58 - CERNUSCO S/N	175	445	594.374
USSL 59 - CASSANO D'ADDA	158	274	166.948
USSL 60 - VIMERCATE	163	261	278.908
USSL 61 - CARATE BR.	138	156	175.193
USSL 62 - MEDA	136	148	310.161
USSL 63 - DESIO	138	253	709.091
USSL 64 - MONZA	147	178	570.507
USSL 65 - SESTO S.GIOV.	151	309	2.174.557
USSL 66 - CINISELLO	148	180	922.026
USSL 67 - GARBAGNATE	140	199	527.829
USSL 68 - RHO	148	387	659.630
USSL 69 - PARABIAGO	135	201	233.678
USSL 70 - LEGNANO	141	195	406.462
USSL 71 - CASTANO PRIMO	116	256	132.028
USSL 72 - MAGENTA	140	313	240.535
USSL 73 - ABBIATEGRASSO	144	228	67.988
USSL 74 - CORSICO	156	214	475.647
USSL 75 - MILANO	231	266	2.095.792
USSL 76 - ROZZANO	182	356	261.502
TOTALI	178	266	383.951

ANNO 1991

L'anno 1991 è caratterizzato da una generale diminuzione del prelievo totale provinciale rispetto agli anni precedenti con un consumo di 1.014.295.478 mc, di cui il 68% pubblico, ed il 32% privato.

Rispetto all'anno precedente sono stati anche presi in considerazione i prelievi agricoli da pozzo, che sono comunque in quantità trascurabile rispetto al totale prelevato e di conseguenza non incidono in maniera significativa.

Esaminando le tabelle, i grafici e le cartine (fig. 9-12) si osserva che:

- i prelievi pubblici sono sostanzialmente distribuiti sul territorio provinciale come negli anni precedenti; Milano ha i maggiori consumi cui sono stati aggiunti i quantitativi emunti dai pozzi in spurgo pari a circa 30 milioni di mc, risultati inferiori all'anno precedente.
- i prelievi autonomi industriali sono diminuiti quasi ovunque; rimane solo oltre i 50 milioni di mc/anno la Ussl 58, Cernusco S.N., dove esiste il polo chimico; mentre nella 65, Sesto S.G, l'acciaieria presente ha aumentato i consumi attestandosi sui 30 milioni mc/a. Come negli anni passati sono comunque concentrati in aree ben definite come la Ussl 9, 58, 65, 72.

In totale la diminuzione dei prelievi è solo da parte di quelli autonomi industriali, mentre quelli pubblici in concomitanza alla popolazione crescono, anche se di poco. I motivi possono non solo essere quelli della contrazione dei prelievi privati, ma anche verifiche e controlli dei sistemi di informatizzazione dei dati raccolti, per cui bisognerà valutare meglio nei prossimi anni il reale abbassamento dei prelievi privati.

PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI PRELIEVI IDRICI 1991

USSL	POZZI ATTIVI PUBBLICI n.ro	SUPERFICIE USSL Km ^q	POPOLAZIONE n.ro*	PRELIEVO USO PUBBLICO mc/anno	PRELIEVO USO INDUSTRIALE mc/anno	PRELIEVO TOTALE mc/anno
USSL 9 - SARONNO	11	31,14	31.597	2.950.049	22.369.192	25.319.241
USSL 54 - CODOGNO	60	392,37	71.002	10.905.338	7.157.479	18.062.817
USSL 55 - S.ANGELO L.	41	161,18	42.067	7.140.208	5.732.420	12.872.628
USSL 56 - LODI	52	262,00	84.409	11.743.603	6.067.228	17.810.831
USSL 57 - MELEGNANO	49	146,01	130.950	22.236.713	15.357.230	37.593.943
USSL 58 - CERNUSCO S/N	85	156,18	204.059	35.356.710	52.912.295	88.269.005
USSL 59 - CASSANO D'ADDA	43	131,45	80.765	13.712.691	3.820.921	17.533.612
USSL 60 - VIMERCATE	87	118,24	125.380	23.289.998	4.336.185	27.626.183
USSL 61 - CARATE BR.	24	53,41	51.976	8.416.021	404.424	8.820.445
USSL 62 - MEDA	49	55,84	117.147	15.452.711	912.657	16.365.368
USSL 63 - DESIO	40	47,30	131.060	18.613.543	10.532.185	29.145.728
USSL 64 - MONZA	80	70,84	224.238	33.618.903	4.469.748	38.088.651
USSL 65 - SESTO S.GIOV.	39	20,19	136.028	23.553.625	36.464.134	60.017.759
USSL 66 - CINISELLO	47	37,73	188.842	28.991.940	5.417.598	34.409.538
USSL 67 - GARBAGNATE	47	56,96	147.625	20.771.641	7.715.414	28.487.055
USSL 68 - RHO	51	90,35	155.039	23.012.279	35.251.334	58.263.613
USSL 69 - PARABIAGO	29	61,46	71.390	9.415.726	4.270.968	13.686.694
USSL 70 - LEGNANO	34	44,70	93.358	13.574.052	4.967.820	18.541.872
USSL 71 - CASTANO PRIMO	40	115,78	59.965	7.186.155	6.606.004	13.792.159
USSL 72 - MAGENTA	43	130,73	99.887	14.029.099	13.362.738	27.391.837
USSL 73 - ABBIATEGRASSO	39	206,65	61.160	8.770.182	5.138.069	13.908.251
USSL 74 - CORSICO	30	51,76	110.207	17.923.658	5.653.489	23.577.147
USSL 75 - MILANO	582	181,74	1.371.008	303.503.150	46.382.864	349.886.014
USSL 76 - ROZZANO	50	143,94	104.271	19.922.275	14.902.812	34.825.087
TOTALI	1652	2762,22	3.893.430	694.090.270	320.205.208	1.014.295.478

* dati ISTAT 1991

MEDIE DEI CONSUMI IDRICI 1991

USSL	PRELIEVO PUBBLICO PER ABITANTE	PRELIEVO TOTALE PER ABITANTE	PRELIEVO TOTALE PER SUPERFICIE
USSL 9 - SARONNO	93	801	813.078
USSL 54 - CODOGNO	154	254	46.035
USSL 55 - S.ANGELO L.	170	306	79.865
USSL 56 - LODI	139	211	67.980
USSL 57 - MELEGNANO	170	287	257.475
USSL 58 - CERNUSCO S/N	173	433	565.175
USSL 59 - CASSANO D'ADDA	170	217	133.386
USSL 60 - VIMERCATE	186	220	233.645
USSL 61 - CARATE BR.	162	170	165.146
USSL 62 - MEDA	132	140	293.076
USSL 63 - DESIO	142	222	616.189
USSL 64 - MONZA	150	170	537.672
USSL 65 - SESTO S.GIOV.	173	441	2.972.648
USSL 66 - CINISELLO	154	182	911.994
USSL 67 - GARBAGNATE	141	193	500.124
USSL 68 - RHO	148	376	644.866
USSL 69 - PARABIAGO	132	192	222.693
USSL 70 - LEGNANO	145	199	414.807
USSL 71 - CASTANO PRIMO	120	230	119.124
USSL 72 - MAGENTA	140	274	209.530
USSL 73 - ABBIATEGRASSO	143	227	67.303
USSL 74 - CORSICO	163	214	455.509
USSL 75 - MILANO	221	255	1.925.201
USSL 76 - ROZZANO	191	334	241.942
TOTALI	178	261	367.203

CONCLUSIONI

Solo dal 1989, anno di inizio della banca dati sulla falda milanese, è stato possibile raccogliere in maniera organica i dati sui quantitativi d'acqua prelevati, mentre per quanto riguarda gli anni precedenti non sono possibili raffronti fino all'anno 1980, i cui consumi sono raccolti nel lavoro del Consorzio Acqua Potabile già citato. (Beretta et alii, 1985).

Confrontando, quindi, i tre anni considerati, dal 1989 al 1991, si notano i seguenti fatti:

- **I consumi pubblici** sono percentualmente aumentati rispetto a quelli privati, si è passato dal 66% al 68% con un aumento del 2%. Questo è avvenuto sia per un aumento di popolazione sia per un maggiore consumo pro capite; le Ussl che presentano un aumento continuo lungo i tre anni sono evidenziate nella figura 13, dove si nota che riguarda soprattutto la parte sud, Lodigiano, la parte nord, nord est e la Ussl 71 di Castano Primo. Milano, al contrario, in base ad una continua diminuzione di popolazione ha avuto una contrazione dei consumi, mentre aumentano i pozzi in spurgo per inquinamento, data la variazione dei limiti di legge per le sostanze inquinanti. L'unica Ussl che, lungo l'arco dei tre anni, ha ridotto i consumi è quella di Parabiago con una flessione del 10%.
- **I prelievi autonomi industriali**, nel 1990, sono praticamente invariati rispetto al 1989, perchè a fronte di notevoli riduzioni in alcune Unità Sanitarie Locali come la Ussl 57 (Melegnano) che perde il 31% e la Ussl 65 (Sesto S.G.) il 26%, ve ne sono molte che, al contrario, mostrano un aumento superiore al 30% come Milano o al 40% come Monza. Rispetto invece al 1991 si registrano notevoli abbassamenti dei consumi fino al 9% del totale; rimane però la concentrazione dei prelievi autonomi in aree ristrette, che prelevando fino a 2.000.000 di mc/Kmq come a Sesto San Giovanni, aggravano l'abbassamento dei coni di depressione già esistenti.

Il giudizio globale che se ne trae è che in generale la situazione dei prelievi totali è in diminuzione nell'arco dei tre anni, soprattutto per una riduzione dei consumi autonomi, mentre è progressivamente aumentata la quantità d'acqua prelevata dagli acquedotti pubblici rispetto agli anni '80. Cio' non è solo dovuto ad un aumento generalizzato dei consumi, ma bensì ai frutti della politica adottata tendente a porre sempre più sotto controllo pubblico il prelievo idrico della falda per poterne effettuare una corretta razionalizzazione.

Un tale cospicuo ricorso all'acqua di falda, correlata anche alla costante diminuzione delle precipitazioni, ha provocato in pratica un sensibile abbassamento della superficie freatica di tutti gli acquiferi sfruttati ed in particolare, come già evidenziato in precedenza, si sono venuti a creare, oltre al profondo cono di depressione localizzato in corrispondenza della città di Milano anche coni minori comunque rilevanti, posizionati laddove grossi poli industriali concentrano l'emungimento di numerosi pozzi.

Una manifestazione evidente di tale fenomeno è ad esempio la progressiva scomparsa dei fontanili che non garantendo più portate adeguate all'agricoltura costringono per di più ad ulteriori prelievi da falda.

Da una recente indagine condotta in Provincia di Milano (*) i fontanili si sarebbero ridotti in circa quarant'anni da 600 a 329.

Altra conseguenza è legata all'impoverimento sempre più intenso di falde profonde utilizzate troppo spesso anche per scopi non potabili, fatto questo estremamente grave in quanto tali acquiferi pregiati sono in grado di fornire portate relativamente limitate.

Ulteriori approfondimenti sarebbero tuttavia improponibili a seguito della presenza di acque salmastre e salate.

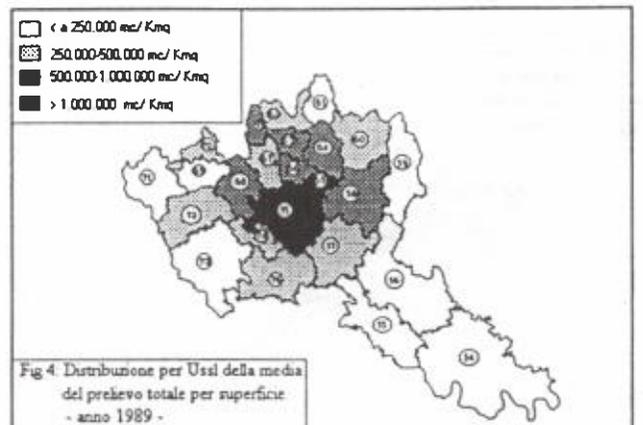
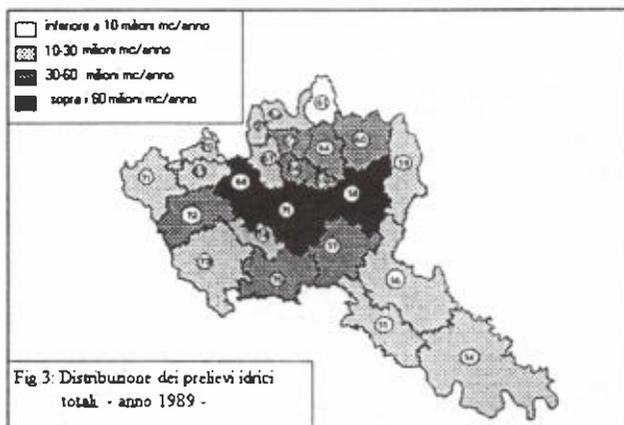
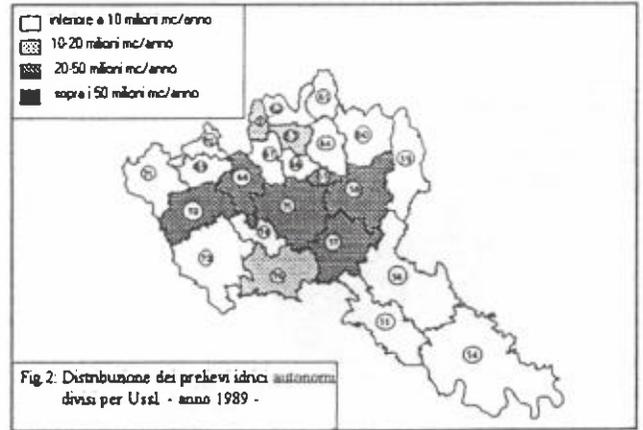
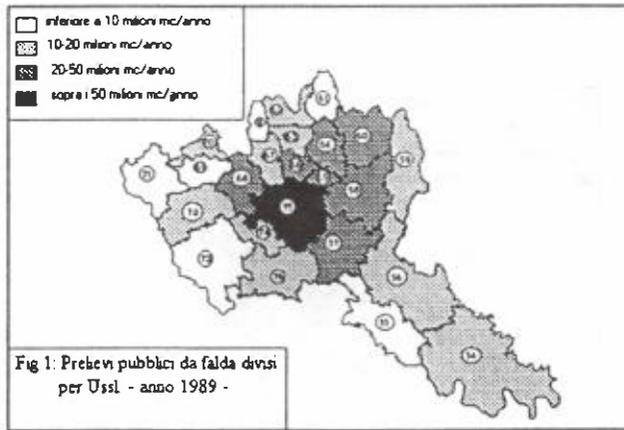
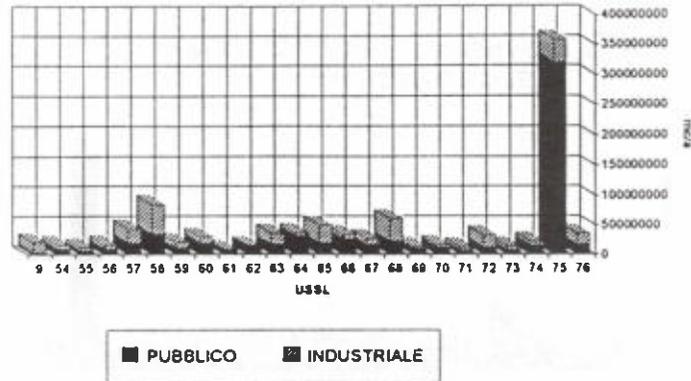
Si sottolinea infine che preoccupa tale tendenza che anzichè ridurre drasticamente i prelievi aggrava una situazione di sovrasfruttamento ormai manifesta ed evidenziatasi con le rilevazioni piezometriche che indicano un diffuso, sensibile ed allarmante abbassamento dell'acquifero che in alcune zone presenta punte di caduta anche di 4-5 metri nell'arco di cinque anni (1987-1991). Anche se si è notata una diminuzione dei consumi industriali l'aumento dei consumi pubblici esiste per cui è urgente che si instauri una gestione diversa, una sorta della "Cultura dell'acqua" che abbia come obiettivo una sempre maggiore tutela e rispetto delle acque di pregio che, come visto, anche in situazioni estremamente favorevoli come quelle della pianura padana non sono inesauribili.

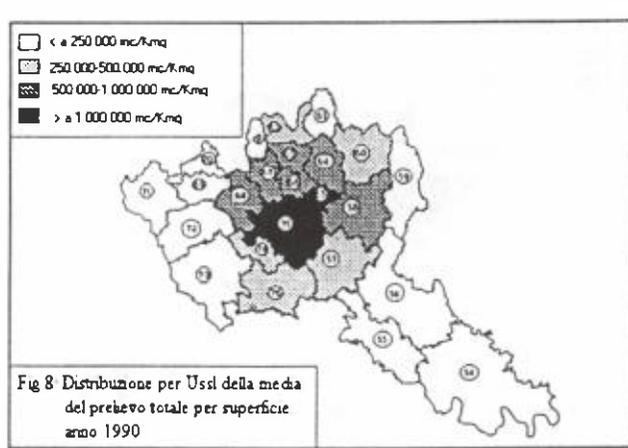
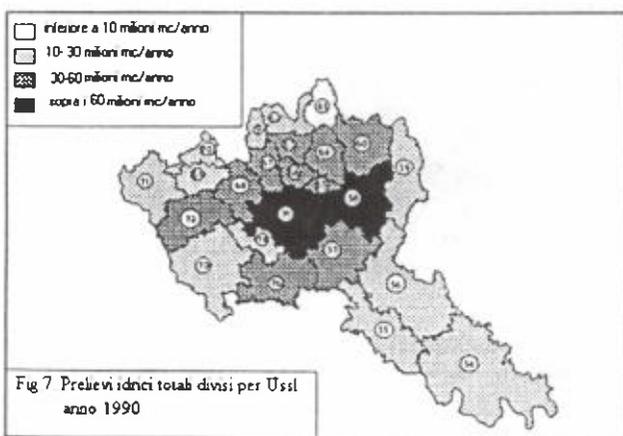
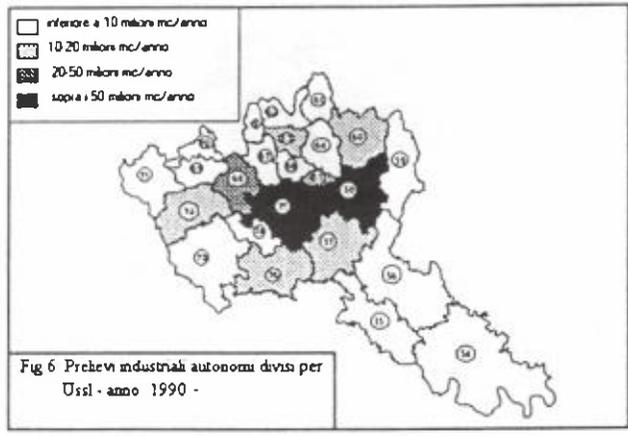
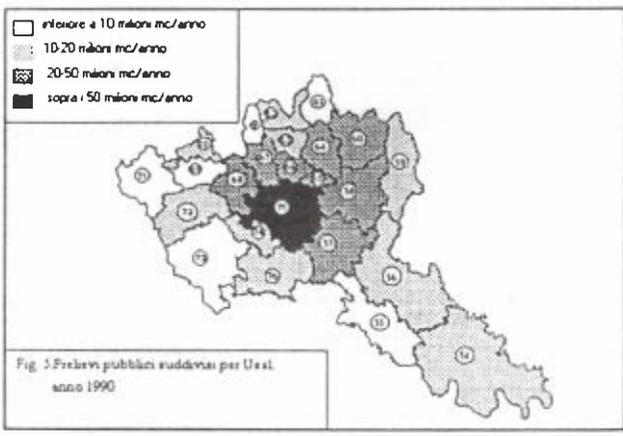
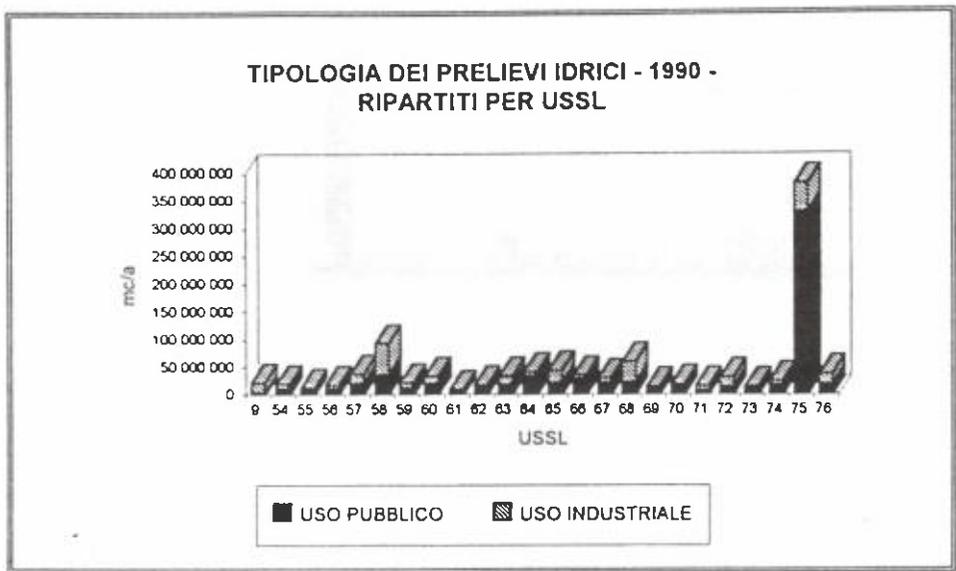
(*) AA.VV. - Provincia di Milano - Indagini idrobiologiche sui corsi d'acqua superficiali - 1988

BIBLIOGRAFIA

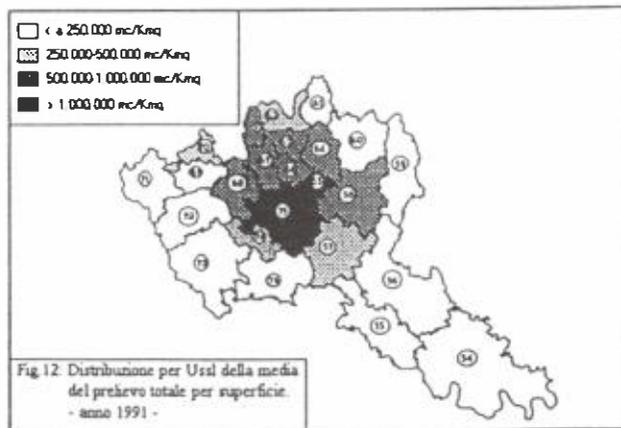
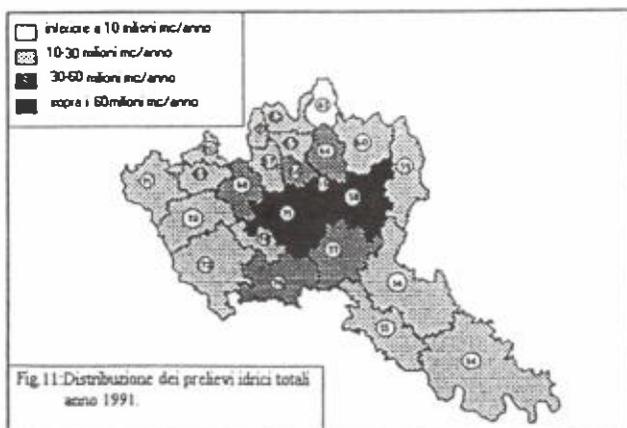
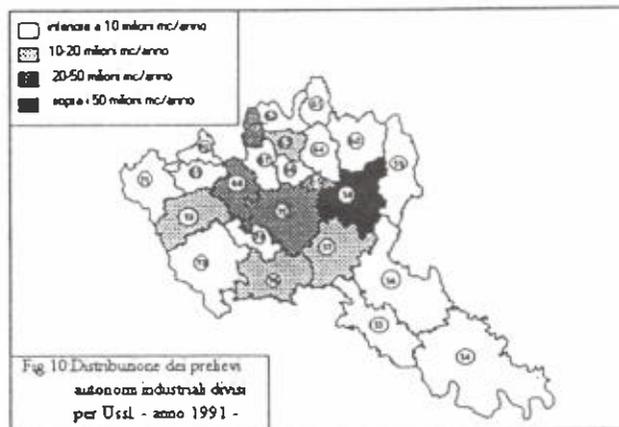
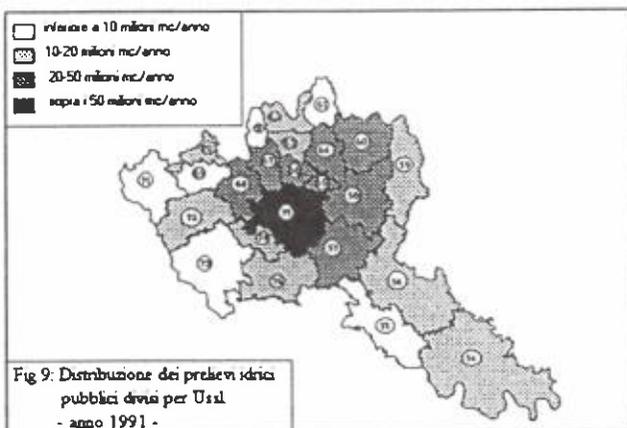
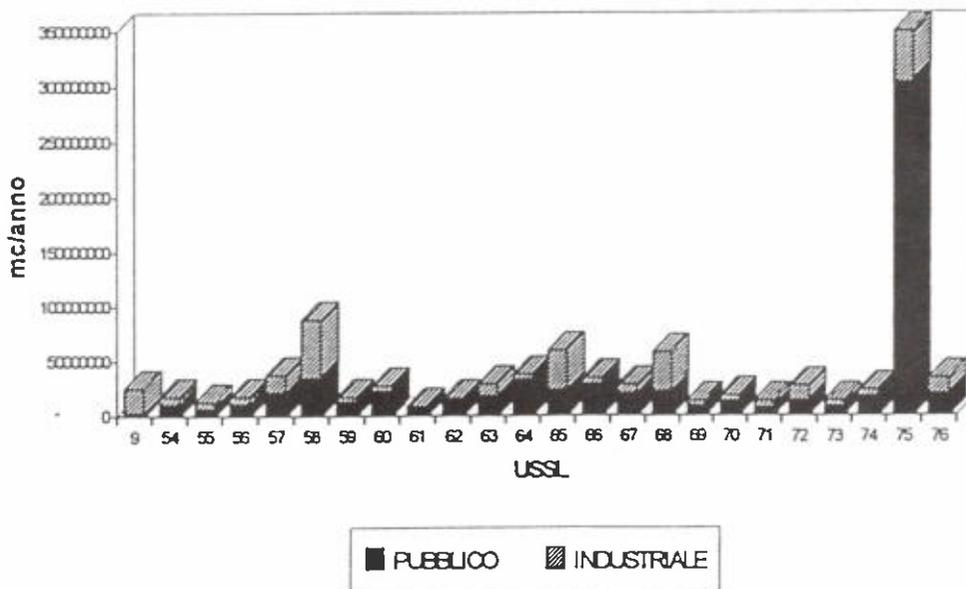
- AA.VV. Indagini idrobiologiche sui corsi d'acqua superficiali- Provincia di Milano,1988.
- AA.VV.-Banca dati falda acquifera-catasto pozzi pubblici-Provincia di Milano,1989;
- AA.VV. Aspetti idrobiologici e idrogeologici della Valle del Ticino- Provincia di Milano, 1984;
- AA.VV.-Aspetti idrogeologici dell'Est milanese e tutela del bacino di Idroscalo -Provincia di Milano,1985;
- AA.VV.- Acqua per l'agricoltura - Provincia di Milano,1988;
- AA.VV.L'acquedotto di Milano - Comune di Milano, 1990;
- AA.VV.- Prelievi idrici da falda 1989- Provincia di Milano,1991;
- AA.VV.- Prelievi idrici da falda 1990- Provincia di Milano,1993;
- AA.VV.- Oscillazioni piezometriche della falda 1987-1992- Provincia di Milano,1993;
- AA.VV.-Rete di rilevamento regionale 1991- Provincia di Milano,1992;
- AA.VV.-Indagine sulla presenza dei composti organo-alogenati nelle acque di falda 1990- Provincia di Milano,1992;
- Beretta,Cavallin,Francani,Mazzarella,Pagotto-Primo bilancio idrogeologico della Pianura milanese- Acque ed aspetti idrogeologici sulla Pianura Padana vol.3- Politecnico di Milano,1987;
- Cavallin,Francani,Mazzarella Studio idrogeologico della pianura compresa fra Adda e Ticino- Costruzioni n.326,327, febbraio-marzo 1983;
- C.A.P. e P.I.M. Le risorse idriche nel comprensorio del piano intercomunale milanese- CAP, 1977.
- C.A.P.-Depauperamento delle risorse idriche sotterranee nel comprensorio della Brianza a nord del Canale Villoresi,1973

TIPOLOGIA DEI PRELIEVI IDRICI 1989





TIPLOGIA DEI PRELEVI IDRICI 1991



CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO: ESPERIENZE E PROPOSTE D' INTERVENTO PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE FONTI. CONTROLLI ANALITICI.

Prof. Aldo Cavallaro()*

Do inizio a questa mia relazione con la presentazione di un quadro sintetico relativo allo stato attuale e/o pregresso di contaminazione delle acque utilizzate a scopo potabile riguardante alcuni dei più noti e diffusi inquinanti riscontrati nella provincia di Milano.

Una visione globale consentirà di dare una immagine immediata della situazione preoccupante in cui versa l'acquifero della provincia di Milano.

Nella figura n° 1 è rappresentata la diffusione della contaminazione da diserbanti.

Si evidenziano aree ben definite a contaminazione significativa, interessanti in particolare le zone a prevalente vocazione agricola, ad elevata permeabilità del suolo con coltivazione intensiva di mais.

Quelle più interessate sono situate lungo il confine col fiume Adda e col fiume Ticino, rispettivamente nella zona Nord-Est e Nord-Ovest della provincia. Nella zona Nord-Est si incunea fino ai confini con la città di Milano. Le rimanenti aree presentano una diffusa lieve contaminazione con qualche significativo puntiforme riscontro al di sopra del limite previsto dal D.P.R. 236/88. Tutte le aree a sud della Provincia di Milano, pur essendo prevalentemente a vocazione agricola, presentano una situazione in linea di massima migliore, dovuta ad una maggiore protezione della falda profonda correlata con la struttura del sottosuolo.

L'inquinamento della città di Milano ha aspetto singolare, in quanto l'area a monte non presenta significative alterazioni, nè, d'altro canto, nell'area urbana esistono fonti specifiche, per cui si deve fondatamente ipotizzare una fonte a nord della città.

Nella figura n° 2 viene rappresentata la distribuzione areale di due esteri cloroalchilfosforici, il Tris(2-cloroetil)fosfato e il Tris(monocloroisopropil)fosfato, sostanze utilizzate normalmente come ritardanti di fiamma in alcune materie plastiche (poliuretani e poliesteri) e in vernici.

Le aree di contaminazione coincidono con la maggiore industrializzazione sia attuale che pregressa del territorio. Le sostanze considerate presentano una sufficiente solubilità in acqua per cui è favorita la penetrazione per dispersione superficiale e subsuperficiale, data la permeabilità del suolo delle varie aree interessate.

Una più completa analisi dei numerosi dati disponibili ci consente di mettere in evidenza una diffusa contaminazione di fondo. Pertanto possiamo tracciare orientativamente le aree ove si presenta, a vari livelli, la contaminazione dei due esteri fosforici che coincide, appunto, con la maggiore industrializzazione.

Per quanto concerne le rimanenti aree della provincia, a vocazione prevalentemente agricola, i contaminanti sono da ritenere praticamente assenti.

Merita attenzione particolare la rappresentazione della contaminazione da nitrati.

Come si può immediatamente notare dalla carta, figura n° 3, si potrebbe dividere il territorio della provincia di Milano sostanzialmente in tre fasce longitudinali: la prima a sud della città di Milano con valori generalmente inferiori ai 10 mg/L; la seconda, dal Ticino all'Adda, con una dimensione latitudinale passante lungo la città di Milano, con valori normalmente compresi fra i 10 e i 30 mg/L; la terza a nord del territorio comunale di Milano nella quale i valori sono prevalentemente compresi fra i 30 e i 50 mg/L. La fascia settentrionale, inoltre, risulta interessata da alcune strisce di territorio, tutte allineate da Nord a Sud, con valori talvolta inferiori a 30 mg/L. La prima considerazione, che si evince da una visione generalizzata delle caratteristiche di distribuzione geografica dello ione nitrato nelle acque sotterranee della provincia di Milano, modifica, almeno nella fase attuale, l'affermazione comune secondo la

(*) Responsabile P.M.I.P. di Milano

quale l'incremento nelle acque sotterranee dello ione nitrato è da addebitare per la maggior parte all'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura. Infatti, proprio le aree a vocazione più prettamente agricola, nonché a bassa densità urbanistica e abitativa, cioè quelle della zona Sud di Milano, risultano le meno interessate dalla presenza dei nitrati, mentre, al contrario, il fenomeno risulta sempre più evidente, fino a superare talvolta i limiti di accettabilità, man mano che si sale verso Nord in zone a maggiore densità urbana soprattutto di tipo abitativo più che industriale.

Nella figura n° 4 viene presentata la più diffusa e significativa contaminazione del territorio provinciale, quella da solventi organoalogenati. Sono evidenziate tutte le aree in cui sono state riscontrate concentrazioni nettamente superiori ai 30 ug/L.

Tale presentazione è necessaria in considerazione del fatto che a maggio '94 scade la deroga concessa per l'applicazione del limite previsto dal D.P.R. 236/88, pertanto l'accettabilità dell'acqua per il consumo umano è condizionata dalla presenza di tali contaminanti in concentrazioni inferiori ai 30 ug/L.

Anche per questi contaminanti si deve rilevare che il territorio interessato è quello più industrializzato e più densamente abitato e interessa una popolazione di non meno di 2.000.000 di abitanti.

In merito occorre evidenziare l'impegno assunto dalle autorità sanitarie e dai gestori degli acquedotti a raggiungere il limite di legge nei tempi dovuti sia con captazioni di falde più profonde, sia con la realizzazione di impianti di bonifica. Allo stato attuale degli accertamenti effettuati nei punti rete si può affermare che oltre l'80% delle acque erogate rientrano nei limiti di legge. Resta fermo, tuttavia, lo stato complessivo di degrado della falda che certamente perdurerà considerando l'accumulo dei contaminanti dispersi nel tempo.

Un caso particolare di contaminazione che interessa la falda della città di Milano è quello relativo ad una sostanza organica, la 3,6 - dicloropiridazina, la cui distribuzione è evidenziata nella figura n° 5:

- a) esiste un'area ben definita con un'elevata concentrazione che interessa la centrale Tonezza, i cui pozzi, controllati singolarmente, presentano una diffusa e rilevante contaminazione. Si può ipotizzare che la fonte di contaminazione abbia origine in tale area, considerando che idrogeologicamente a monte sono state riscontrate concentrazioni nettamente inferiori.
- b) la diffusione dell'inquinante interessa significativamente le centrali Vercelli - Italia - Napoli - Cantore. Non si può escludere, tuttavia, altra fonte localizzata.
- c) esiste, inoltre, puntuale e significativa presenza della sostanza anche nelle centrali Baggio e Novara, certamente non correlabile con la centrale Tonezza, ma derivante da contaminazioni locali o da provenienza esterna alla città.
- d) Si può infine constatare che tutta l'area milanese presenta una contaminazione di fondo da attribuire ad un diffuso impiego di tale sostanza in attività industriali di vari natura, visto il suo impiego quale intermedio in numerose sintesi di prodotti chimici.

A conclusione di questo breve excursus, viene presentata la localizzazione delle aree ove sono state individuate nell'ultimo decennio significative fonti puntiformi e/o diffuse di contaminazione. Tale localizzazione è conseguente alle indagini condotte dal gruppo di lavoro costituito presso il P.M.I.P. di Milano ed integrato di volta in volta dai Tecnici del Servizio n°1 delle U.S.S.L. e dal C.A.P. e più recentemente dal P.M.I.P. di Parabiago (figure n° 6,7,8,9 e 10). Le indagini sono basate sullo studio dell'andamento di specifiche contaminazioni e della localizzazione storica delle possibili fonti di dispersione attraverso una complessa analisi dei singoli territori.

In relazione alle caratteristiche del territorio e all'utilizzo dello stesso nel tempo, riteniamo che tali fonti, a seguito di più approfondite ricerche, tenderanno a moltiplicarsi notevolmente.

Pertanto si ritiene necessario riformulare proposte di indagini da effettuare, in stretta collaborazione con le U.S.S.L., con lo stesso criterio seguito per le indagini per la valutazione della contaminazione da solventi organoalogenati :

Indagine idrogeologica per la valutazione della situazione dell'acquifero.

n caratteristiche dell'acquifero della provincia e struttura del sottosuolo;

n valutazione dello stato delle aree di emungimento;

n rapporto tra aree urbane ed industriali e stato di emungimento della falda;

n rapporto tra acquifero e ambiente.

Indagine per la valutazione delle dispersioni di reflui industriali ed urbani nel suolo e nel sottosuolo.

n censimento dei pozzi perdenti in tutto il territorio con la collaborazione delle Autorità Sanitarie Locali;

n controllo di possibili fonti di dispersione superficiali e profonde (serbatoi interrati e superficiali di sostanze chimiche, bacini di contenimento di residui di lavorazione, aree di stoccaggio di prodotti chimici, ecc.). Si ritiene pertanto indispensabile che, a livello di U.S.S.L., vengano censite e controllate tutte le attività industriali ed artigianali che possono effettuare o aver effettuato dispersione sia di acque di processo che di rifiuti di qualunque natura sul suolo o direttamente in falda. Necessita, inoltre, valutare tutte le possibilità di dispersione accidentale durante le varie fasi di lavorazione, di stoccaggio o di travaso dei vari prodotti chimici utilizzati dalle industrie e da artigiani; occorre accelerare i tempi relativi al controllo di tutte le aree dismesse del territorio provinciale, fonti accertate di pregressa e talora grave contaminazione. Porre, quindi, in essere tutti quei provvedimenti di bonifica emessa in sicurezza per prevenire ulteriori diffusioni di inquinanti.

n controllo cave e discariche.

Si ritiene indispensabile condurre una capillare indagine per la valutazione delle cave e discariche su tutto il territorio provinciale.

Infatti, con sempre maggior frequenza vengono segnalati casi di utilizzo di cave ormai inattive e di discariche abusive per smaltimento di residui di lavorazione industriale (acque ad alta concentrazione di contaminanti, morchie di lavorazione, fanghi di depurazione, ecc.).

L'indagine che si propone dovrà consentire, ove ancora possibile, di prevenire un ulteriore inquinamento della falda da sostanze in genere pericolose: infatti la cava e la discarica sono un mezzo di smaltimento occulto soprattutto di tali sostanze. Una completa conoscenza dello stato delle stesse discariche sarà elemento determinante al fine di proporre concreti provvedimenti di bonifica e/o messa in sicurezza per prevenire l'ulteriore aggravarsi della situazione creatasi in conseguenza del piratesco disperdimento di liquami industriali. E' bene, ad integrazione, di quanto detto, esplicitare qualche considerazione a chi deve prendere provvedimenti relativi alla gestione del territorio. Infatti, le indagini a tutt'oggi condotte, hanno dimostrato che esiste una netta ed inconfutabile correlazione tra smaltimento volontario e/o occasionale di rifiuti liquidi e solidi, tossici, nocivi ed inquinamento della falda.

In Regione Lombardia esistono numerosissime attività che producono rifiuti classificati speciali, tossici e nocivi, secondo la normativa CEE e Nazionale. Vanno annoverate in tale attività soprattutto le industrie chimiche di base e le petrolchimiche, le farmaceutiche, le produttrici di bioacidi e fitofarmaci, di solventi ecc., nonché le industrie produttrici dei rifiuti previsti nell'elenco 1.3 della delibera del Comitato Interministeriale di cui all'art. 5 del D.P.R. 10/09/1982, n° 915. Non è facile valutare il quantitativo annuo se non attraverso stime che si basano sul prodotto lavorato; certo è che si tratta di migliaia di ton/anno che dovrebbero essere comunque smaltiti con tutte le garanzie previste dalla legge 915/82.

L'attuale e la pregressa situazione per quanto concerne lo smaltimento di tali rifiuti è drammatica. Buona parte viene smaltita clandestinamente mediante dispersione sul suolo e sottosuolo o in corsi d'acqua superficiali, in discariche di rifiuti urbani o in pozzetti di fognature che disperdono anche nel sottosuolo. Tutto ciò ha contribuito e contribuisce a deteriorare gravemente l'ambiente.

Non esiste un piano organico serio per la creazione di strutture pubbliche e private per la messa in sicurezza e disruzione di tali rifiuti.

La L.R. 94 e la successiva legge 915 dettano una serie di norme tendenti a regolamentare lo stoccaggio temporaneo e lo smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi, ma a tutt'oggi in Lombardia e, diciamo, in tutta Italia, non esistono serie e sufficienti strutture per tale smaltimento e, ove esistono, i costi dello stesso incoraggiano la pirateria. E' necessario, pertanto, che senza indugio si provveda ad individuare le aree per la collocazione di discariche e di impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani, ma soprattutto dei rifiuti speciali, tossici e nocivi nel rispetto dell'articolo 6 della L. n° 447 del 29/10/87, al fine di non dover perennemente

predispone piani di bonifica di aree inquinate come previsto dall'articolo 5 della stessa Legge, piani di bonifica che in genere vengono realizzati dopo che si sono verificati i danni irreversibili all'ambiente e, nel caso specifico, alle falde da cui si attingono le acque per l'alimentazione umana.

Indagini analitiche routinarie.

Le indagini analitiche routinarie si devono attuare nel rispetto della periodicità prevista dal D.P.R. 236/88 distinguendo i quattro livelli : controllo C1, controllo C2, controllo C3, controllo C4. Su quest'ultimo riteniamo utile soffermarci considerando che tale controllo richiede indagini approfondite per la valutazione soprattutto di microinquinanti tossici e di particolare complessità analitica.

La figura n° 11 fornisce un quadro delle sostanze che si ritiene debbano sistematicamente essere incluse nei controlli C4, previa organizzazione sia di un'adeguata struttura analitica di controllo interno degli acquedotti che di quello fiscale dei P.M.I.P. .

Indagini analitiche per ricerca nuovi inquinanti.

Si ritiene necessario osservare che il numero di inquinanti tossici organici presi in considerazione dalla legislazione italiana è limitato se si considera l'ampia gamma di prodotti chimici che comunque possono interessare le acque destinate al consumo umano. In tal senso si ritiene che anche in Italia si debbano seguire gli stessi criteri adottati dall'EPA per la scelta di alcuni gruppi di sostanze da tenere sotto osservazione in funzione dell'uso e riscontro più frequente, della quantità e della tossicità. (Figure n° 12 e n° 13)

L'elenco EPA non è esaustivo agli effetti delle possibili contaminazioni delle acque per uso umano, sia di falda che superficiali.

Infatti, nella figura n° 14 è riportato un esempio delle classi di sostanze identificate fino al 1979 nelle acque, sugli effluenti di scarico, negli animali acquatici e nei sedimenti, elenco che, in linea di massima, comprende la maggior parte dei prodotti organici con particolare riferimento a quelli di sintesi. Quindi, visto l'ampio spettro di sostanze da ricercare, specialmente in un'area a forte concentrazione industriale quale quella della provincia di Milano, è necessario organizzare collateralmente al laboratorio per i controlli di legge, una struttura analitica specialistica, volta a soddisfare tre esigenze fondamentali:

n ricerca dei nuovi contaminanti;

n controllo dell'evoluzione dell'inquinamento;

n supporto per i piani di bonifica e per indagini conoscitive nelle aree a rischio.

Nelle figure n° 15 e 16 vengono presentati sommariamente i sistemi necessari per le indagini richieste sia per ricerca e dosaggio di sostanze inorganiche che di microinquinanti organici, secondo le procedure ormai consolidate.

E' ovvio che i sofisticati sistemi di separazione ed identificazione quali la GCMS-DS e HPLC-MS-DS e GC-FTIR-DS vanno utilizzati prevalentemente per il riconoscimento delle sostanze o classi di sostanze incognite. Riconosciute le sostanze, l'evoluzione della contaminazione potrà normalmente essere seguita con meno sofisticati mezzi analitici. E' molto importante, qualora si debbano routinnizzare tali metodi di analisi, provvedere alla automatizzazione onde ridurre i costi. Non sono da trascurare le necessità di disporre di idonei e ben protetti locali, onde evitare possibilità di inquinamento del campione dovendo valutare sostanze presenti a concentrazioni molto basse (ug/L o ng/L).

Tali precauzioni, ovviamente, vanno poste nell'utilizzo di tutto il materiale di laboratorio. Inoltre, è indispensabile il controllo di qualità interno in considerazione sia dei limiti di rilevabilità che della complessità analitica. Tutto ciò presuppone una elevata professionalità degli operatori tecnici con la necessità di periodici aggiornamenti sulle tecniche e metodologie in continua evoluzione.

BIBLIOGRAFIA

A. Cavallaro, C.Corradi, G. De Felice, P. Grassi :

Underground Water pollution in Milan and the province by industrial chlorinated-organic compounds in Effects of land use on fresh water-Agriculture, forestry, mineral exploitation, urbanization.

Ellis Harwood limited P. - Chichester, UK - 1985.

P. Grassi, A. Cavallaro :

Valutazione della contaminazione di triazine e molinate delle acque ad uso potabile delle provincie di Milano, Varese e Como - Giornata di studio "Acque per uso potabile : Protezione e controllo della qualità" - Gruppo scientifico italiano studi e ricerche - Milano, 20/02/1987

A. Cavallaro, C. Corradi :

L'organizzazione di una struttura per il controllo della contaminazione delle acque potabili - Giornata di studio "Acque per uso Potabile : Protezione e controllo della qualità" - Gruppo scientifico italiano studi e ricerche - Milano, 20/02/1987

C. Corradi, E. Silverio, G. De Felice :

Il contenuto di ione nitrato nelle acque destinate al consumo umano nella provincia di Milano - *Acqua e Aria*, **8**, 927 (1987)

R. Marchetti, L. Gruzzello, G. Elitropi, A. Cavallaro, P. Grassi :

La contaminazione delle acque sotterranee della provincia di Milano da erbicidi e fosfati organici negli anni 1986 - '87 *Inq.* **30** (7/8), 46 (1988).

E.D. Pellizzari e N.T. Bursey :

Gas Chromatography, Mass Spectrometry in water Pollution studies in Mass Spectrometry in environmental sciences - Plenum Press - New York - London 1985

L.H. Keith :

Priority pollutants - I-a perspective viwej; II- last effective analysis *Environmental Sci. and Tecnology*, n° 526-541 (1979)

E. Mantica :

Tecniche analitiche sulla sorveglianza della contaminazione delle acque da sostanze organiche in atti Conferenza internazionale "Inquinamento delle acque sotterranee da composti organoclorurati di origine industriale" - Milano 26/29 - I - 1983 - Ed. Monduzzi

M.P. Anselmetti e Col. :

Acque destinate al consumo umano: aspetti normativi, organizzativi ed analitici del controllo - *Boll. Chim. Igien.* **39**, 157, (1988)

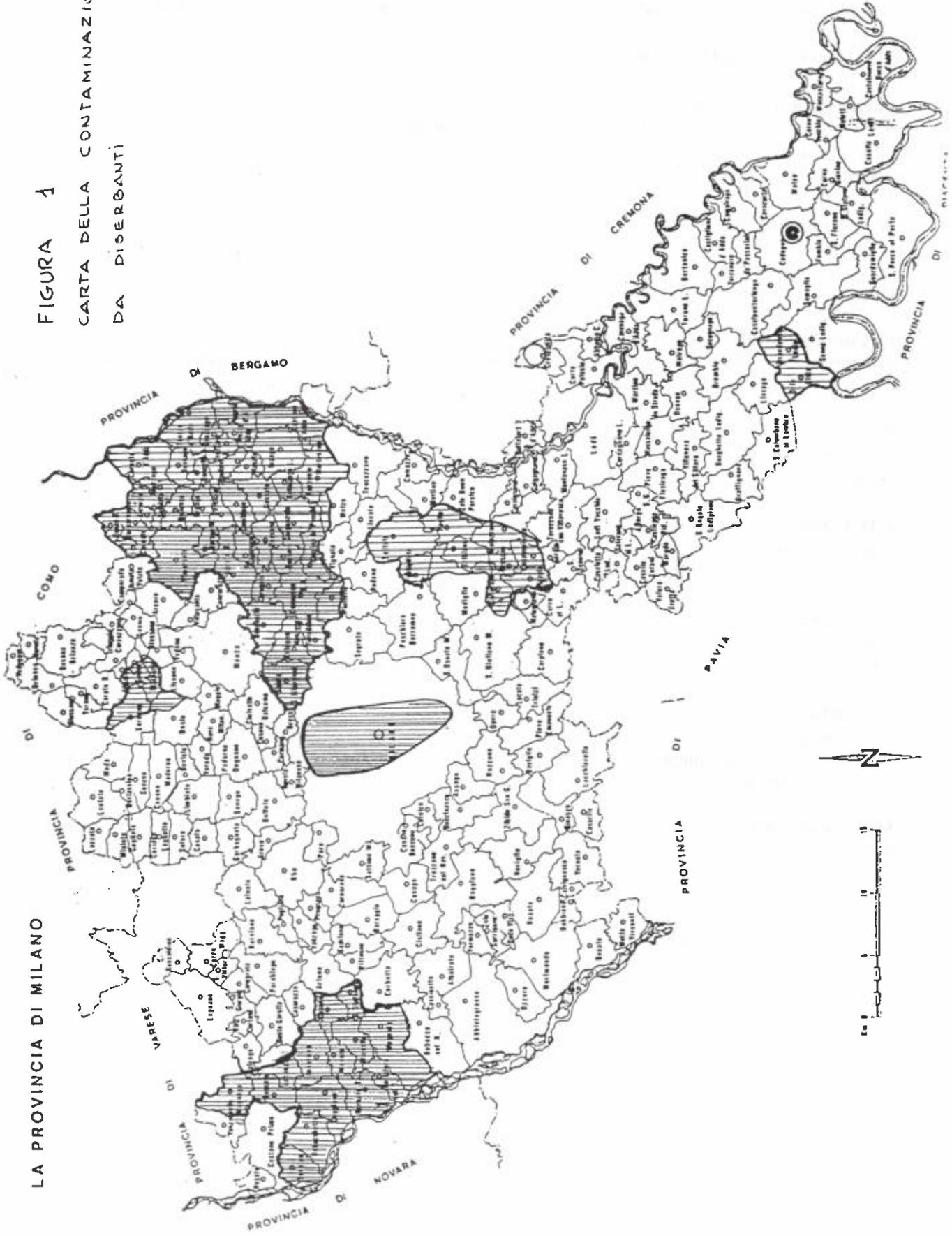
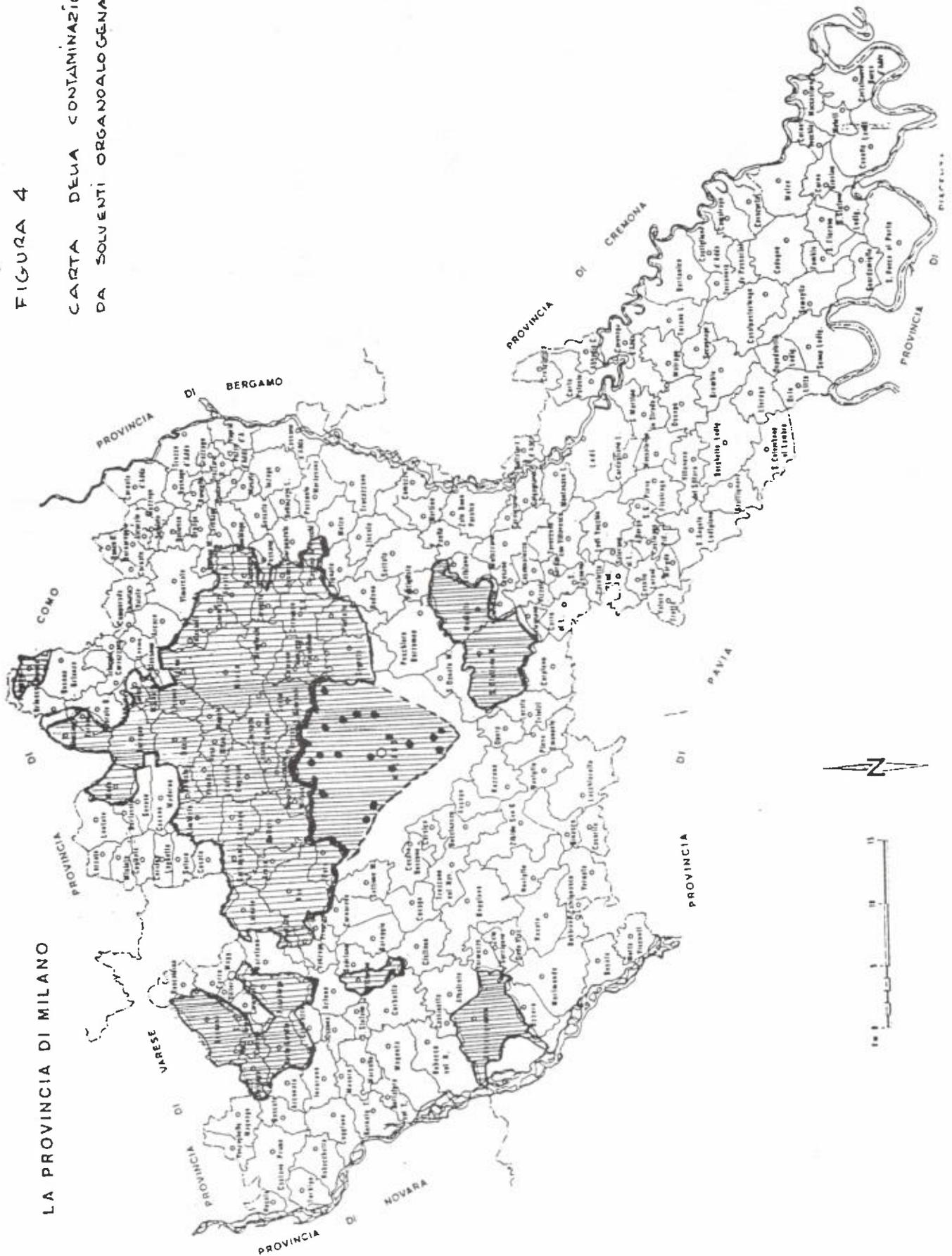


FIGURA 4

CARTA DELLA CONTAMINAZIONE
DA SOLVENTI ORGANICO GENATI



LA PROVINCIA DI MILANO

FIGURA 6

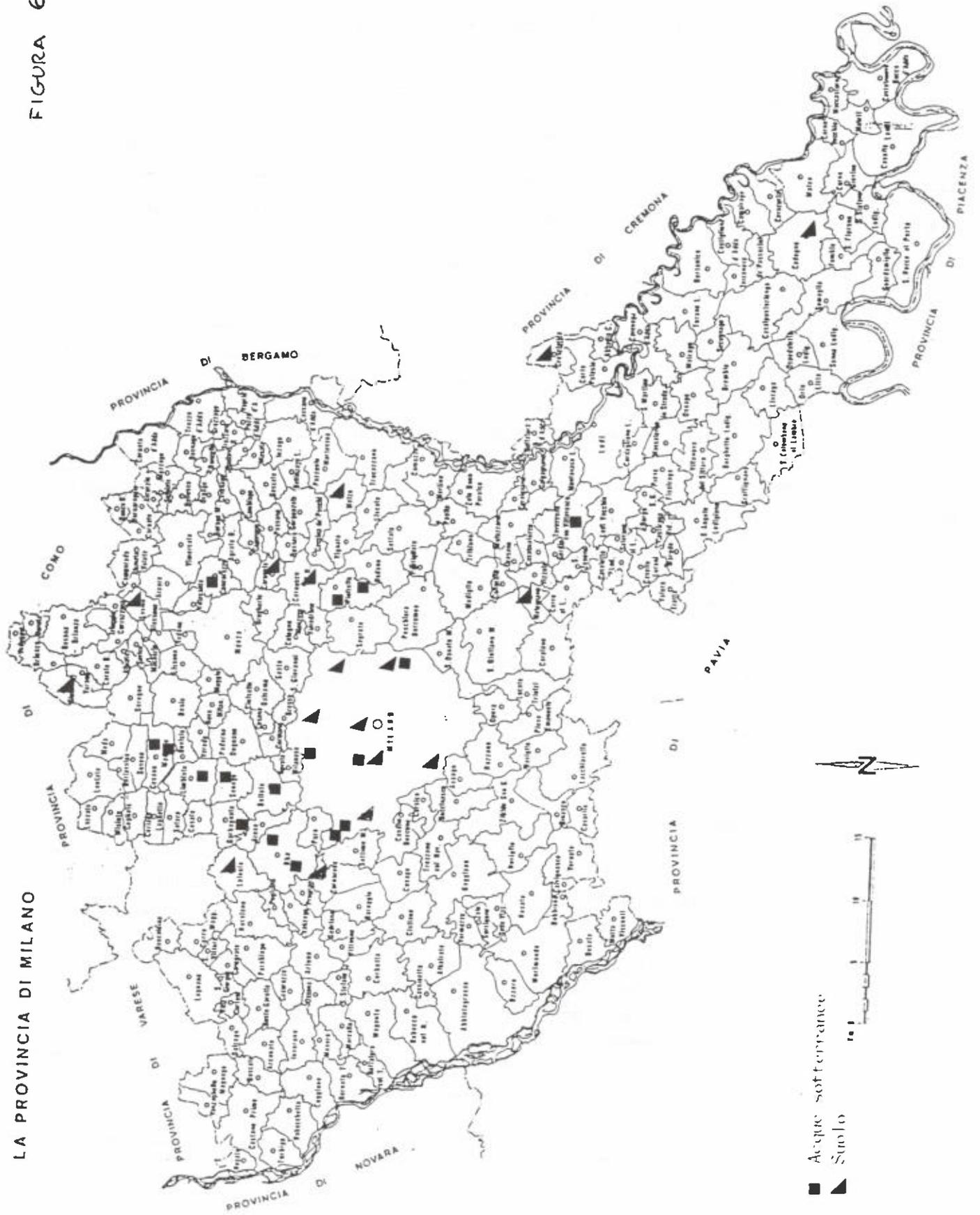


FIGURA 7

AREE DI CONTAMINAZIONE SPECIFICA CON DIFFUSIONE VARIABILE -
CONTAMINANTI RISCONTRATI IN FALDA

COMUNI INTERESSATI	CONTAMINANTI RISCONTRATI	FONTE DI CONTAMINAZIONE IPOTIZZATA O ACCERTATA
MILANO	Pesticidi organoclorurati e fosforati	Produzione fitofarmaci
MILANO	Benzene * toluene * xileni * propilbenzene * trimetilbenzene * cloroformio * indano	Produzione vernici
MILANO	2,4-diclorobenzene * anilina - 4-cloro-3-(trifluorometil) * 3,4-dicloroanilina * 4-cloro - 3-5-dimetossianilina * atrazina * propazina * ametrina * prometrina * ipazina	Industrie chimiche - produzione fitofarmaci ?
GARBAGNATE	2-propenilidene-ciclobutene * 4-metil-4-idrossi 2-pentanone * etil benzene * 1,2 dimetil benzene * tetraidro 4,7 metano-1H-Indene 3A,7,7,7A * 2,2 dietil 1,3 diossolano * N,N-dimetil cicloesanimina * 2,3-dimetil 2,3-butandiolo * N,N dimetil N-2 benzotiazolil-urea * 1-metil etil-N'-N etil 6-cloro-2,4 diammino 1,3,5 triazina	Produzione resine - prodotti farmaceutici - fitofarmaci
PERO	Idrocarburi aromatici e alifatici	Raffineria
PERO	α -BHC	Produzione fitofarmaci
RHO	Tetracloroetilene	Industria meccanica
TAVAZZANO	3-cloro-trifluorometilbenzene 2,4-dicloro-trifluorometilbenzene 2-trifluorometil anilina 3-trifluorometil anilina	Dispersione clandestina
VIMERCATE	CHCl_3 - DMF - CH_2Cl_2 - Toluene	Farmaceutica

FIGURA 8

AREE DI CONTAMINAZIONE SPECIFICA CON DIFFUSIONE VARIABILE
CONTAMINANTI RISCONTRATI IN FALDA

COMUNI INTERESSATI	CONTAMINANTI RISCONTRATI	FONTE DI CONTAMINAZIONE IPOTIZZATA O ACCERTATA
CINISELLO B.	CHCl ₃ - Metilanilina	Farmaceutica
RODANO	Toluene	Farmaceutica
PIOLTELLO	I.P.A.	Petrolchimica
CESANO MADERNO	Metilcloroformio	Serigrafia - sgrassaggio
BOLLATE BOVISIO M. CERIANO L. CESANO M. LIMBIATE PADERNO DUGNANO SENAGO RHO	Policlorobutadieni	Ipotesi di dispersione morchie residui distillazione solventi organoclorurati
LIMBIATE	orto xilene * tetracloroetano * clorobenzeni * tetracloro butadieni vari isomeri * etanol 2-cloro fosfato * pentacloro butadieni isomeri * 3,4 dicloroanilina * dicloro nitrobenzene isomeri * 2-cloro 5-nitro anilina * ftalati * esacloro butadieni	Produzione coloranti artificiali

FIGURA 9

AREE DI CONTAMINAZIONE SPECIFICA - SUOLO

COMUNI INTERESSATI	CONTAMINANTI RISCONTRATI	TIPOLOGIA INDUSTRIALE
CODOGNO	Solventi clorurati e aromatici	Chimico Farmaceutica -estratti da vegetali
CRESPIATICA	Idrocarburi * solventi aromatici e clorurati * fenoli * IPA * Ammine aromatiche	Ind. petrolifera utilizzata successivamente come discarica tossico-nocivi
MILANO	Pesticidi organoalogenati e organofosforati	Fitofarmaci
MILANO	Idrocarburi pesanti e metalli tossici	Produzione gas città
MILANO	Idrocarburi pesanti	Lavorazione prodotti petroliferi
MILANO	Idrocarburi pesanti	Lavorazione prodotti petroliferi
MILANO	Farmaci scaduti	Ind. chimico-farmaceutica con discarica abusiva
MILANO	Olii e metalli pesanti	Ind. meccanica
MILANO	Idrocarburi * metalli pesanti	Industria petrolifera
MELZO	Piombo	Accumulatori
PERO	Idrocarburi aromatici e alifatici	Lavorazione prodotti petroliferi
MELEGNANO	Ammine aromatiche	Coloranti artificiali

FIGURA 10

AREE DI CONTAMINAZIONE SPECIFICA - SUOLO

COMUNI INTERESSATI	CONTAMINANTI RISCONTRATI	TIPOLOGIA INDUSTRIALE
CORREZZANA	PCB _s	Impiego PCB _s per trasformatori
NOVATE M.	Pesticidi clorurati e fosforati	Smaltimento improprio
CESANO M.	Ammine aromatiche * solventi aromatici * metalli pesanti	Produzione coloranti artificiali - Ind. chimica
CERIANO L.	Ammine aromatiche * solventi aromatici * me * metalli pesanti	Produzione coloranti artificiali * Ind. chimica
VIGNATE	Idrocarburi pesanti	Ind. petrolifera
CASSINA DE' PECCHI	Idrocarburi pesanti	Ind. petrolifera
LAINATE	Olii * metalli pesanti	Industria della gomma
RHO	Solventi clorurati	Ind. chimica - coloranti e detergenti
CERRO M.	Idrocarburi	Ind. petrolifera
LESMO	Solventi clorurati e aromatici	Ind. chimico-farmaceutica
GIUSSANO	Idrocarburi	Fabbrica cavi elettrici

FIGURA 11

COMPOSTI INORGANICI	COMPOSTI ORGANICI
As	- Organoalogenati alifatici e aromatici
Cd	- Idrocarburi aromatici
Cr ^{VI}	- Antiparassitari e prodotti assimilabili: insetticidi
Hg	- erbicidi
Pb	- fungicidi
Se	- PCBs - PCTs
	- Fenoli, clorofenoli, nitrofenoli - Idrocarburi aromatici policiclici

FIGURA 12

Point-source categories

Category	Date for promulgation of regulation
Timber products processing	12/79
Steam electric power plants	12/79
Leather tanning and finishing	8/79
Iron and steel manufacturing	5/80
Petroleum refining	10/79
Inorganic chemicals manufacturing	4/80
Textile mills	12/79
Organics chemicals manufacturing	8/80
Nonferrous metals manufacturing	3/80
Paving and roofing materials	1/80
Paint and ink formulation and printing	
Paint and ink	4/80
Printing and publishing	8/80
Soap and detergent manufacturing	1/81
Auto and other laundries	7/80
Plastic and synthetic materials manufacturing	8/80
Pulp and paperboard mills and converted paper products	8/80
Rubber processing	1/80
Miscellaneous chemicals	
Adhesives	8/80
Gum and wood chemicals	3/80
Pesticides	10/80
Pharmaceuticals	7/80
Explosives manufacturing	7/80
Machinery and mechanical products manufacturing	
Aluminium forming	10/80
Battery manufacturing	10/80
Coil coating	3/80
Copper forming	11/80
Foundries	5/80
Plastics processing	5/81
Porcelain enamel	5/80
Machanical products	3/81
Electrical and electronic components	10/80
Electroplating	10/80
Ore mining and dressing	7/80
Coal mining	6/80

* The Consent Decree requires standards for 21 industrial categories.
 *These new dates for promulgation are awaiting by approval by the U.S. District Court.

FIGURA 13

EPA list of 129 Priority Pollutants and the relative frequency of these materials in industrial wastewaters

La tabella riporta la lista completa delle sostanze scelte dall'EPA come inquinanti prioritari e la frequenza dei riscontri negli scarichi delle categorie di industrie prese in considerazione

Percent of samples		Number of industrial categories		Percent of samples		Number of industrial categories	
31 are purgeable organics							
1.2	5	Acrolein	2.1	5	1.2 - Dichloroacene		
2.7	10	Acrylonitrile	1.0	5	1.3 - Dichloroacene		
29.1	25	Benzene	34.2	25	Methylene chloride		
25.3	28	Toluene	1.9	5	Methyl chloride		
16.7	24	Ethylbenzene	0.1	1	Methyl bromide		
7.7	14	Carbon tetrachloride	1.9	12	Bromoforn		
5.0	10	Chlorobenzene	4.3	17	Dichlorobromomethane		
6.5	16	1.2 - Dichloroethane	6.8	11	Trichlorofluoromethane		
10.2	25	1.1.1 - Trichloroethane	0.3	4	Dichlorodifluoromethane		
1.4	8	1.1 - Dichloroethane	2.5	15	Chlorodifluoromethane		
7.7	17	1.1 - Dichloroethylene	10.2	19	Tetrachloroethylene		
1.9	12	1.1.2 - Trichloroethane	10.5	21	Trichloroethylene		
4.2	13	1.1.2.2 - Tetrachloroethane	0.2	2	Vinyl chloride		
0.4	2	Chloroethane	7.7	15	1.2 - trans - Dichloroethylene		
1.5	1	2 - Chloroethyl vinyl ether	1.1	2	bis (Chloromethyl) ether		
40.2	28	Chloroform					
46 are base/neutral extractable organic compounds							
		1.2 - Dichlorobenzene	5.7	11	Fluorene		
6.0	9	1.3 - Dichlorobenzene	7.2	12	Fluoranthene		
		1.4 - Dichlorobenzene	5.1	9	Chrysene		
0.5	5	Hexachloroethane	7.8	14	Pyrene		
0.2	1	Hexachlorocyclopentadiene	10.6	16	Phenanthrene		
1.1	7	Hexachlorobenzene	10.6	16	Anthracene		
1.0	6	1.2.4 - Trichlorobenzene	2.3	5	Benzo(a)anthracene		
0.4	3	bis(2-Chloroethoxy) methane	1.6	6	Benzo(b)fluoranthene		
10.6	18	Naphthalene	1.8	6	Benzo(k)fluoranthene		
0.9	9	2 - Chloronaphthalene	3.2	8	Benzo(a)pyrene		
1.5	13	Isophorone	0.8	4	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene		
1.8	9	Nitrobenzene	0.2	4	Dibenzo(a,h)anthracene		
1.1	3	2,4 - Dinitrotoluene	0.6	7	Benzo(g,h,i)perylene		
1.5	9	2,6 - Dinitrotoluene	0.1	2	4 - Chlorophenyl phenyl ether		
0.04	1	4 - Bromophenyl phenyl ether	0	0	3,3 - Dichlorobenzidine		
41.9	29	bis (2-Ethylhexyl) phthalate	0.2	4	Benzidine		
6.4	12	Di-n-octyl phthalate	1.1	4	bis(2-Chloroethyl) ether		
5.8	15	Dimeranyl phthalate	0.8	7	1,2-Diphenylhydrazine		
7.6	20	Diethyl phthalate	0.1	1	Hexachlorocyclopentadiene		
18.9	23	Di-n-butyl phthalate	1.2	5	N-Nitrosodimethylamine		
4.5	12	Acenaphthylene	0.1	1	N-Nitrosodimethylamine		
4.2	14	Acenaphthene	0.1	2	N-Nitroso-n-propylamine		
8.5	13	Butyl benzyl phthalate	1.4	6	bis(2-Chloroisopropyl) ether		
11 are acid extractable organic compounds							
26.1	25	Phenol	1.9	8	o-Chloro-m-cresol		
2.3	11	2-Nitrophenol	2.3	10	2-Chlorophenol		
2.2	9	4-Nitrophenol	3.3	11	2,4-Dichlorophenol		
1.6	5	2,4-Dinitrophenol	4.6	12	2,4,6-Trichlorophenol		
1.1	5	4,6-Dinitro-o-cresol	5.2	15	2,4-Dimethylphenol		
6.9	18	Pentachlorophenol					
26 are pesticides/PCB's							
0.3	3	a-Endosulfan	0.3	3	Heptachlor		
0.4	4	b-Endosulfan	0.1	1	Heptachlor epoxides		
0.2	2	Endosulfan sulfate	0.2	4	Chlordane		
0.6	4	α-BHC	0.2	2	Toxaphene		
0.8	6	β-BHC	0.6	2	Aroclor 1016		
0.2	4	γ-BHC	0.5	1	Aroclor 1221		
0.5	3	Aldrin	0.9	2	Aroclor 1232		
0.5	5	Alar	0.8	3	Aroclor 1242		
0.1	3	Dieldrin	0.6	2	Aroclor 1248		
0.04	1	4,4'-DDE	0.6	3	Aroclor 1254		
0.1	2	4,4'-DDD	0.5	1	Aroclor 1260		
0.2	2	4,4'-DDT			2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)		
0.2	3	Endrin					
0.2	2	Endrin aldehyde					
13 are metals							
18.1	20	Arsimony	16.5	20	Mercury		
19.9	19	Arsenic	34.7	27	Nickel		
14.1	18	Beryllium	18.9	21	Selenium		
30.7	25	Cadmium	22.9	25	Silver		
53.7	21	Chromium	19.2	18	Thallium		
55.5	28	Copper	54.6	29	Zinc		
43.8	27	Lead					
Miscellaneous							
33.4	19	Total cyanides	Not available	Asbestos (fibrous)			
		Not available		Total phenols			

FIGURA 14

Elenco delle classi che raggruppano gli inquinanti organici identificati nelle acque, negli effluenti di scarico, negli animali acquatici, nelle piante acquatiche e nei sedimenti di fondo (*)

■ Composti organometallici	■ Alkali
■ Mercaptani e composti solforati diversi	■ Alcheni
■ Fenoli	■ Amminoacidi e proteine
■ Chinoni	■ Carboidrati
■ Composti eterociclici	■ Steroidi
■ Tensioattivi	■ Pigmenti, enzimi, vitamine, nucleosidi e simili
■ Brillantanti ottici	■ Idrocarburi aromatici policiclici e benzene
■ Eteri	■ Idrocarburi aromatici policiclici alchilsostituiti
■ Aldeidi	■ Ammine alifatiche e derivati
■ Cheloni	■ Ammine aromatiche e derivati
■ Acidi alifatici	■ Nitrili e azocomposti
■ Acidi aromatici	■ Nitrocomposti e nitrosocomposti
■ Esteri	■ Composti organici fosforati
■ Alcol	■ Pesticidi e erbicidi
■ Aritacani	■ Composti organici alogenati alifatici esclusi pesticidi
	■ Composti organici alogenati aromatici e erbicidi

(*) Commission of the European Communities Concerted Action "Analysis of Organic Micropollutants in Water" (Project COST 64 b bis) A comprehensive list of pollutant substances which have been identified in various fresh waters, effluent discharges, aquatic animals and plants, and bottom sediments Third Edition (1979) Volume I and II compiled by: Water Research Centre, Stevenage Laboratory, Stevenage (England)

FIGURA 15

Apparecchiatura necessaria per un laboratorio ufficiale di analisi acque potabili

Ioni
inorganici

A - Cromatografia ionica con rivelatore conduttimetrico.
E' possibile determinare la maggior parte degli anioni e cationi indicati sul D.P.C.M. - E.P.A. - O.M.S.

Automatizzabile con campionatore automatico.

B - Assorbimento atomico: - con fiamma diretta

- senza fiamma (Hg amalgama su oro o rame)

- senza fiamma (fornetto grafite)

- formazione di idruri - fiamma

Determinazione degli elementi in tracce - p.p.b.

- in particolare dei metalli tossici.

C - Emissione a plasma: analisi diretta

Sistema Plasma-Spettrometria di massa: analisi diretta altissima sensibilità.

**Microinquinanti
organici**

Sistemi di concentrazione

- Estrattori liquido/liquido in continuo
- Colonne di assorbimento liquido/solido (carbone - resine macroreticolari - polimeri porosi lipofili schiume poliuretatiche - assorbenti modificati con gruppi lipofili a varia polarità (C18 - C8—Ciano ecc.)
- Sistemi di assorbimento gas/solido previo strippaggio con gas inerte dei composti organici volatil (a ciclo chiuso e aperto - tecnica della purga).
- Concentratori degli estratti liquido/liquido

Sistemi cromatografici

- Gascromatografo munito di sistema automatico per la determinazione di sostanze volatili mediante spazio di testa - rivelatori - ECD - FID- NPFID
- Gascromatografo accoppiato a sistema purge and trape per sostanze organiche strippabili in gas inerte - colonne impaccate - wide bore - capillari
Rivelatori - ECD - FID- NPFID - FFD- Chemiluminescenza
- Gascromatografo con colonne impaccate per analisi di estratti ottenuti da preconcentrazione per assorbimento o per estrazione
Rivelatori - vedi b
- Gascromatografo con colonne capillari per separazione di miscele complesse di microinquinanti.
- Cromatografo liquido (HPLC) complementare ai gascromatografi è necessario per sostanze termolabili.
Rivelatori - UV con possibilità di registrazione spettri
- Fluorescenza con possibilità di registrazione spettri fluorescenza
- Elettrochimico.

**Sistemi di
separazione ed identificazione
di miscele complesse mediante
ausilio di rivelatori specifici
spettroscopici abbinati a data system.**

- Sistema HRGC/MS/DS HPLC/MS/DS
il sistema dovrà essere predisposto per l'accoppiamento con apparecchiatura purge and trape e con apparecchiatura per la determinazione mediante spazio di testa.
- Sistema HRGC/FTIR/DS
Sistema in sviluppo, complementare alla spettrometria di massa - ancora scarsa sensibilità.

I sistemi surriferiti sono particolarmente utili nella fase di identificazione delle sostanze contaminanti, possono essere utilizzati per la valutazione quantitativa disponendo di sostanze pure di confronto.

L'INIZIATIVA DEI SERVIZI PUBBLICI DI GESTIONE E CONTROLLO PER IL DISINQUINAMENTO DEGLI ACQUIFERI

Giovanni De Felice^(), Salvatore Mazzarella^(**)*

1 - Premessa

La Provincia di Milano ha avuto la sfortuna di conoscere, per prima in Italia e probabilmente nel mondo, i deleteri effetti dell'inquinamento idrico sotterraneo.

Le prime conoscenze, infatti, su casi di inquinamento delle acque sotterranee si debbono fare risalire all'anno 1963 in base agli accertamenti analitici del Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi di Milano, che attestavano la presenza di cromo esavalente in acque emunte da alcuni pozzi dell'acquedotto comunale di Milano.

Successivamente l'affinamento delle tecniche analitiche doveva portare alla rilevazione della presenza nelle acque sotterranee dell'intera Provincia di Milano di una ampia gamma di fenomeni di inquinamento o di alterazione delle caratteristiche idrochimiche naturali delle acque di falda indotti dalle attività antropiche.

Questo triste primato ha costretto i servizi pubblici di gestione acquedottistica e di controllo igienico-sanitario ad iniziative che, già più di venti anni fa, hanno portato ai primi casi di individuazione e rimozione delle fonti di inquinamento, nonché di disinquinamento dell'acquifero.

A tale proposito si deve citare l'esperienza, iniziata nel gennaio 1971, nel contesto del Gruppo di Lavoro costituito dall'allora medico Provinciale di Milano con la partecipazione dei tecnici dei vari enti interessati al problema dell'inquinamento.

L'intuizione felice di tale iniziativa fu quella, a nostro parere, di assemblare competenze professionali diverse, con particolare riferimento alle competenze geologiche, chimiche e igienico-sanitarie, finalizzandole allo scopo comune della lotta all'inquinamento idrico sotterraneo.

Infatti la conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze inquinanti e del loro comportamento nel mezzo geologico, a sua volta analizzato nella sua struttura, si è rivelata un'arma fondamentale per delimitare le aree da indagare, procedere alla individuazione delle fonti di contaminazione e determinare le più idonee modalità di bonifica.

Tale approccio gestionale e metodologico, in occasione della scoperta del gravissimo ed esteso fenomeno di inquinamento delle acque sotterranee da solventi organo-alogenati, viene ripreso ed ufficializzato nel 1975 con la costituzione presso il L.P.I.P. di Milano del Gruppo di Lavoro per la Ricerca sulle Cause della Contaminazione della Falda Idrica in Provincia di Milano, nonché con la definizione di un modello di intervento operativo definito Indagine Idrogeochimica.

2 - Primi casi e sperimentazioni relative

I primi esempi concreti di applicazione delle tecniche di ricerca dei focolai di inquinamento e successiva bonifica dell'acquifero risalgono sul territorio nazionale agli inizi degli anni "70".

Si tratta di esperienze che non trovavano allora riscontro nella casistica mondiale, tranne forse negli U.S.A.

Con ciò non si vuole stabilire una primogenitura, ma certamente il disinquinamento degli acquiferi e gli studi ad esso connessi ebbero il loro battesimo nel territorio della provincia di Milano, dando luogo per quel tempo a tecniche innovative e di sicuro valore scientifico.

Il primo intervento viene condotto in una zona della Brianza a cavallo fra le provincie di Como

^(*) Geologo Coordinatore responsabile U.O. Fisica e Tutela dell'Ambiente- PMIP Lodi

^(**) Capo Ripartizione Geologia - Consorzio Acqua Potabile- Milano

e Milano per un inquinamento idrico sotterraneo da cromo esavalente.

In tale occasione la contaminazione aveva interessato i pozzi di acquedotto siti nei territori comunali di Carnate e Usmate nella Provincia di Milano.

Nell'anno 1971 le indagini, esperite dal "Gruppo di Lavoro" del medico provinciale, ricostruirono con tecniche geologico-chimiche la fascia di inquinamento (fig. 1).

Con questa metodologia si riuscì ad individuare l'origine dell'inquinamento in un pozzo, ubicato in provincia di Como, che veniva utilizzato come ricettore di reflui galvanici.

In sostanza il fenomeno in questione era determinato dalla mancanza di una rete fognaria in zona.

Nell'occasione venne ordinata la messa in spurgo del pozzo stesso ed il trattamento delle acque inquinate, una volta estratte, prima del loro recapito nel reticolo idrico superficiale.

Date le condizioni idrogeologiche favorevoli, il risanamento dell'acquifero fu conseguito in tempi brevi.

Ben più articolata e impegnativa la tecnica utilizzata nel 1972 dal Consorzio Acque Potabili a Casalpusterlengo, con la costruzione di due pozzi di disinquinamento, aventi il duplice scopo:

a) di intercettare e sbarrare la fascia di inquinamento idrico sotterraneo da tensioattivi, diretta verso il locale campo pozzi dell'acquedotto;

b) di risanare l'acquifero,

L'intervento, osteggiato da molti per mancanza di riferimenti, in quanto non si avevano allora notizie di similari applicazioni tecniche, si rivelò un successo anche per la perfetta ubicazione dei due dispositivi di contenimento del flusso inquinante (fig. 2).

Queste opere, tra l'altro, vennero realizzate e messe in funzione con la massima celerità: nello spazio, particolare non trascurabile, di pochi mesi dalla fine dell'indagine e comunque di soli 10 mesi dall'insorgere del fenomeno, testimoniato da evidenti schiume nei pozzi dell'acquedotto di Casalpusterlengo.

Nacque allora il convincimento che il disinquinamento di un acquifero sia sempre possibile purchè gli interventi mirati a tale scopo siano attuati:

- 1) una volta innocuizzata la causa di inquinamento;
- 2) conoscendo la situazione idrogeologica ed il tipo di inquinante;
- 3) il più rapidamente possibile;
- 4) con dovizia di mezzi ed una certa "brutalità" operativa, cioè senza mezze misure o inutili tentennamenti sull'efficacia delle misure predisposte.

3 - Interventi organici - Gruppo di Lavoro 1975-1988

Nel maggio 1975 gli accertamenti analitici, condotti a seguito di segnalazione in alcune zone di Milano della presenza nelle acque in distribuzione di odori sgradevoli, evidenziavano nelle stesse un elevato contenuto di tricloroetilene e tetracloroetilene.

La gravità della situazione e l'estensione del fenomeno in molte zone della provincia di Milano imposero la costituzione, nel novembre 1975, di un Gruppo di Lavoro per la Ricerca sulla Contaminazione della Falda Idrica in Provincia di Milano presso il Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi, poi divenuto P.M.I.P., al quale furono chiamati a collaborare i tecnici dei diversi enti interessati alla gestione ed al controllo delle acque sotterranee, fra i quali lo stesso L.P.I.P., gli Enti acquedottistici, nonché gli Uffici di Igiene e i Comuni di volta in volta interessati.

Il Gruppo esprimeva con i suoi componenti competenze interdisciplinari con particolare riferimento a quelle geologiche, chimiche, analitiche e igienico-sanitarie.

Allo scopo venne appositamente messa appunto una metodologia di ricerca delle cause di inquinamento e di bonifica idrogeologica, definita Indagine Idrogeochimica, articolata sostanzialmente nelle seguenti fasi operative:

- 1 - fase di inventario
- 2 - fase di interpretazione idrogeologica
- 3 - fase di rilevamento in situ
- 4 - fase di interpretazione idrogeochimica
- 5 - fase di censimento delle attività produttive
- 6 - fase di rilevamento del focolaio di inquinamento in superficie

- 7 - fase di verifica in loco in profondità
- 8 - fase di bonifica idrogeologica
- 9 - fase di analisi dell'evoluzione del fenomeno.

La suddetta metodologia, pubblicata nei Quaderni di Igiene della Regione Lombardia, divenne praticamente il modello ufficiale di intervento nei casi di inquinamento idrico sotterraneo.

Gli esempi significativi dell'applicazione e dei risultati di questa metodologia applicata dal Gruppo di Lavoro prima del L.P.I.P. e poi del P.M.I.P. di Milano nel periodo dal 1975 al 1988 sono numerosi.

Fra i tanti si possono citare i casi di Sesto S. Giovanni, di Cinisello Balsamo, di Rho-Pero e di Milano.

3.1 - Sesto S. Giovanni

Il 24 dicembre 1975 si verificò una emergenza determinata dalla segnalazione di odori e sapori sgradevoli nelle acque distribuite dall'acquedotto in alcuni quartieri di Sesto S. Giovanni.

Venne immediatamente individuato un forte inquinamento da solventi clorurati, con valori intorno ai 24.000 ppb di tricloroetilene, nelle acque di un pozzo pubblico sito in via Pirandello a Sesto S. Giovanni.

La successiva indagine idrogeochimica messa in atto portò alla individuazione delle origini della contaminazione in un pozzo perdente di grosse dimensioni, utilizzato per lo smaltimento dei solventi esausti derivanti dallo sgrassaggio di tubi metallici, presso una ditta metalmeccanica, ubicata nell'adiacente comune di Cinisello Balsamo, a poca distanza dal pozzo.

In tale circostanza, oltre alla rimozione del focolaio di contaminazione, tramite bonifica ed eliminazione del pozzo perdente, fu attuato un programma di disinquinamento dell'acquifero, su un'area comprendente una vasta fascia di territorio (fig. 3), attraverso la messa in opera di un piano coordinato di spurghi areali su complessivamente 21 pozzi pubblici e privati.

Lo sbarramento idraulico orizzontale veniva garantito dal funzionamento senza soluzione di continuità dal pozzo di via Pirandello, immediatamente a valle della fonte di inquinamento, nel quale fu anche sperimentata la funzione di sbarramento idraulico verticale costituita dall'azione di due pompe poste a diversa profondità (vedi diagramma fig. 4).

La tecnica di bonifica idrogeologica messa in opera può essere schematizzata nella fig. 5.

La suddetta tecnica di bonifica, basata sul drenaggio ed evacuazione dal corpo idrico sotterraneo delle acque inquinate, ha avuto nel tempo un successo pieno, come dimostrano i diagrammi relativi ai due pozzi pubblici all'epoca più colpiti dalla contaminazione (figg. 6, 7, 8 e 9). Per ciascuno dei pozzi i diagrammi sono stati elaborati in scala diversa per potere evidenziare visivamente i valori nelle diverse fasi del controllo.

3.2 - Cinisello B.mo

Fra il 1977 e il 1979 i pozzi della Centrale B di Sesto S. Giovanni avevano registrato il superamento dei limiti allora fissati per la potabilità dell'acqua con valori massimi di 10.000 microgrammi per litro di cloroformio.

L'indagine idrogeochimica espletata dal Gruppo di Lavoro portò alla rilevazione della origine di tale grave contaminazione nell'area di una ditta di Cinisello Balsamo, che utilizzava per il suo ciclo produttivo appunto cloroformio, ove in precedenza, per errore, era stato immesso un carico di cloroformio in un serbatoio interrato di vetroresina con conseguente scioglimento del rivestimento del serbatoio stesso e relativa perdita nel terreno del contenuto.

Alla luce degli accertamenti effettuati per definire le caratteristiche strutturali del fenomeno furono attuati i seguenti interventi di bonifica:

- trivellazione del terreno sul focolaio di inquinamento con asportazione del nocciolo a più elevata concentrazione di inquinanti;
- costruzione sullo stesso punto del pozzo drenante e messa in funzione dello stesso senza soluzione di continuità;
- sbancamento totale fino a 1 metro di profondità dell'area parco serbatoi, scopercatura

parziale dei serbatoi, taglio delle tubazioni esistenti, riempimento serbatoi con materiali inerti di cava misti ad argilla, reinterro e costipamento del terreno con misto rullato;

- impermeabilizzazione di tutta l'area contaminata con platea dotata di opportune pendenze e canalizzazione perimetrale collegata con la fognatura.

Il pozzo costruito sul nocciolo inquinato fu perforato per i primi 20 metri con un diametro di 120 cm e fino alla profondità finale di 50 metri con diametro di 1 metro.

Il dispositivo di decontaminazione utilizzato é praticamente schematizzato nella fig. 10.

A riprova della validità dell'intervento, il monitoraggio, effettuato nel periodo successivo alla messa in opera del dispositivo di decontaminazione fino all'agosto 1983 e poi ancora successivamente, dimostrò un reale abbattimento, fino a valori inferiori ai 100 microgrammi per litro dalle migliaia di partenza, della contaminazione delle acque da cloroformio nello stesso pozzo di disinquinamento, come dimostra il diagramma di fig. 11.

Ovviamente anche la Centrale B di Sesto S. Giovanni, nel tempo necessario a smaltire il carico di inquinamento già in percorso, tornò a condizioni accettabili dei valori di solventi clorurati.

3.3 - Rho-Pero

Nel 1978, durante la fase di attuazione del piano di ricerca e controllo analitico dell'inquinamento idrico sotterraneo da solventi clorurati nel territorio di tutta la provincia di Milano, tre dei cinque pozzi dell'acquedotto consortile di Pero risultarono fortemente inquinati, con particolare riferimento alle concentrazioni di tetracloroetilene.

L'indagine espletata, su richiesta del sindaco di Pero, dal Gruppo di Lavoro, permise la ricostruzione della fascia di inquinamento da tetracloroetilene, rappresentata in fig. 12, che, partendo da un focolaio di inquinamento presente nell'area di una industria galvanica sita nel territorio di Rho, raggiungeva addirittura alcuni pozzi di una centrale acquedottistica di Milano. Gli accertamenti diretti sul sito di origine della contaminazione, con verifiche soprattutto in profondità, evidenziarono nel terreno fino a 12 metri dal p.c. valori evatissimi di tetracloroetilene, sostanza usata dalla ditta per sgrassare materiali metallici, decrescenti con la profondità dall'ordine delle decine di migliaia di milligrammi per chilo a quello delle decine.

Non essendo possibile, per motivi strutturali, mettere in opera direttamente sul focolaio di contaminazione un dispositivo di drenaggio, fu effettuata la decontaminazione del focolaio stesso tramite asportazione per sbancamento dei materiali più contaminati presenti al di sotto dei 5 pozzi perdenti della ditta e fu messo in opera un dispositivo di contenimento del flusso idrico inquinante, tramite un pozzo di disinquinamento ubicato in idonea posizione idrogeologicamente a valle del focolaio; il progetto prevedeva per il suddetto dispositivo 2 pozzi, ma ne fu realizzato purtroppo uno solo per problemi economici.

L'applicazione della metodologia sopraindicata ha permesso di ottenere notevoli risultati, come dimostra il diagramma di fig. 13 relativo all'andamento del contaminante nel pozzo di disinquinamento.

Solo parziale é invece da ritenersi il successo relativo alla bonifica idrogeologica complessivamente considerata. Infatti a distanza di anni la sia pure continua graduale diminuzione dei valori di tetracloroetilene nelle acque sotterranee risulta troppo lenta nei pozzi a valle. Il fatto é da imputarsi all'entità ed alle caratteristiche dell'inquinamento, in riferimento al quale va sottolineata la possibile presenza nella zona satura di una fase immiscibile di tetracloroetilene che potrebbe essersi depositata sulla base impermeabile che sostiene l'acquifero; il previsto ulteriore intervento di disinquinamento, lungamente studiato in collaborazione con la Provincia di Milano, non é stato fino ad oggi ancora attuato per difficoltà amministrative.

Inoltre non sempre l'azione di drenaggio dei pozzi prescelti ha funzionato in maniera continua.

3.4 - Milano

Nel territorio urbano la complessità, varietà e diffusione dei fenomeni di inquinamento idrico sotterraneo ha portato il Gruppo di Lavoro, in stretta collaborazione con l'Ufficio di Igiene di Milano, a tutta una serie di interventi per la ricerca e la rimozione delle cause di inquinamento, oltre che ad un controllo puntuale delle attività produttive potenzialmente utilizzatrici di

sostanze inquinanti, con particolare riferimento a cromo esavalente e solventi organo-alogenati. In particolare sono state condotte due indagini idrogeochimiche di grande respiro per la ricerca delle fonti di inquinamento da solventi clorurati nei settori nord-orientale e nord-occidentale del territorio comunale, che hanno portato alla individuazione di parecchi responsabili ed ai relativi provvedimenti giudiziari da parte della magistratura.

Inoltre sono stati portati a termine molti interventi di bonifica idrogeologica di tipo complesso, basate praticamente sulle tecniche di sbancamento, lavaggio e drenaggio, come schematizzato nella fig. 14.

Tali interventi sono gravati finanziariamente per lo più sulle ditte individuate dal Gruppo di Lavoro quali responsabili dell'inquinamento idrico sotterraneo, anche per la funzione deterrente esercitata dalla pressione della magistratura inquirente.

Si ricorda che già nel 1983 erano stati appositamente costruiti e messi in opera a spese dei privati responsabili ben 11 dispositivi di disinquinamento tramite pozzi di drenaggio e sbarramento.

Tale attività ha prodotto un generale sensibile miglioramento sia delle condizioni di degrado qualitativo delle acque per quanto riguarda i contaminanti specificamente oggetto delle indagini, come il cromo VI e i solventi organo-alogenati (vedi fig. 15), che dei comportamenti dei responsabili delle attività produttive.

4 - Conclusioni e proposte

L'iniziativa pubblica nel campo della lotta all'inquinamento idrico sotterraneo si è esplicata, almeno dal 1971 al 1988, principalmente attraverso la struttura tecnica del Gruppo di Lavoro, come precedentemente descritto.

Talvolta è stato necessario, per superare competenze amministrative territoriali che non tengono conto del sistema idrico sotterraneo, operare in collaborazione con gli enti preposti delle confinanti provincie sotto il coordinamento regionale.

Dall'attività svolta si evincono alcune considerazioni.

1 - Il grande impatto dell'inquinamento idrico sotterraneo, caratterizzato da meccanismi complessi, sull'approvvigionamento di acque da destinare al consumo umano e, conseguentemente, sulle strutture di servizio finalizzate a tale scopo, quando è affrontato con adeguati mezzi tecnici e finanziari e soltanto attraverso organismi multidisciplinari e multireferenziali, può essere notevolmente limitato. In molti casi i fenomeni suddetti possono essere risolti in tempi ragionevoli, recuperando gli impianti di servizio per l'approvvigionamento idrico potabile.

2 - E' però necessario che gli interventi di disinquinamento siano effettuati con l'urgenza adeguata a fenomeni in movimento, cioè il più rapidamente possibile e senza attendere ad inutili, se non dannosi, esercizi di burocrazia o di raffinatezza tecnico-progettuale, in quanto ogni dilazione nel tempo aumenta le difficoltà di risoluzione, nonché i costi.

3 - L'azione coordinata degli enti di vigilanza e di gestione, come dimostrato, determina non solo una reale riduzione dei fenomeni di inquinamento sui territori oggetto degli interventi, ma anche un forte deterrente per i potenziali inquinatori e quindi rappresenta una vera e propria operazione di prevenzione del territorio.

4 - L'interruzione delle attività per la ricerca e la rimozione delle cause di inquinamento idrico sotterraneo, coordinate fra gli enti interessati (Enti Locali, USLL, acquedotti, ecc.), come avveniva con il Gruppo di Lavoro, sta producendo un abbassamento di tensione e di interesse nel perseguire i responsabili di tali fenomeni; il che si tradurrà inevitabilmente in una ripresa della licenza di inquinare, con relativo incremento dei costi finanziari per la continua ricerca di nuove e più sicure fonti di approvvigionamento, non sempre peraltro reperibili.

Da quanto sopra considerato risulta evidente l'urgenza di riprendere le attività e le modalità già utilizzate dal Gruppo di Lavoro, in un ambito multidisciplinare e multireferenziale.

A tale scopo si auspica che il nuovo organismo regionale per la prevenzione, previsto dall'art. 7 del D.L. 502/92, possa rappresentare il centro di riferimento e di iniziativa per la costituzione di specifici gruppi di lavoro interdisciplinari in ambiti territoriali ottimali per il sistema idrico sotterraneo.

Potrà così trovare, probabilmente, soluzioni adeguate alla necessità di finanziamento per gli

interventi di bonifica urgenti e indifferibili immediatamente a seguito della individuazione di focolai di contaminazione; cosa attualmente non possibile se si seguono i dettami della L.R. n. 62/85.

Non é più infatti ammissibile che, come ad esempio spesso accade, si debbano attendere per anni, senza attuazione, gli interventi di disinquinamento necessari e, magari , già da tempo programmati, per la rimozione di una fonte di inquinamento ben individuata.

Bibliografia

- BERETTA G. (1992): "Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee", PITAGORA ed., Bologna
- CAVALLARO A., CORRADI C., DE FELICE G., GRASSI P. (1985): "Underground water pollution in Milan by industrial chlorinated organic compounds", in: Effect of land use upon fresh waters, J.F. De L.G. Solbe ed. , Ellis Horwood, Chichester
- COMUNE DI MILANO, UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO(1983): "Inquinamento delle acque sotterranee da composti organo-clorurati di origine industriale", Conferenza Internazionale, 26-29 gennaio, Milano
- CORRADI C., DE FELICE G., SILVERIO E. (1987): "Il contenuto di ione nitrato nelle acque destinate al consumo umano in provincia di Milano", ACQUA&ARIA, settembre, Milano
- DE FELICE G., MACCHI C., MAZZARELLA S., VALERIO E. (1986): "La fascia d'inquinamento idrico sotterraneo da Rho a Milano", in: Quaderni dell'Istituto di Igiene dell'Università di Milano, n. 29, marzo, Rho
- GARBELLI C., RAMOZZI R., RIZZI L., DE FELICE G., ELITROPI G., MAZZARELLA S., CHIERICI S., CORRADI C., GRASSI P. (1986): "Criteri e modalità per individuare una sorgente d'inquinamento chimico della falda - Conseguenti sistemi di bonifica", in: Quaderni dell'Istituto d'Igiene dell'Università di Milano, n. 29, marzo, Rho
- HIRATA T., NAKASUGI O., YOSHIOKA M. and SUMI K. (1991): "Ground-water pollution by volatile organochlorines in IAPAN and related phenomena in the subsurface environment", in: Water Science and Technology, Pergamon Press, Oxford
- MARTINIS B. (1989): "Geologia Ambientale", UTET, Torino
- MAZZARELLA S. (1971): "Indagine idrogeologica sull'inquinamento da cromo delle acque sotterranea nella Brianza milanese", Ingegneria Sanitaria, n. 4-5-6, luglio-dicembre, Roma
- MAZZARELLA S. (1976): "Disinquinamento di un acquifero - Il caso di Casalpusterlengo", Inquinamento, n. 9, settembre, Milano
- MAZZARELLA S., DE FELICE G. (1980): "Criteri idrogeologici nella lotta all'inquinamento dell'acquifero milanese", Ingegneria Ambientale, n. 6, novembre-dicembre, Milano
- MAZZARELLA S. (1986): "Bonifica idrogeologica", TdSP - Tecnologie dei Servizi Pubblici, n. 4, agosto, Segrate(MI)

- ZUCCHI E., CERABOLINI C. (1970): "A che punto é arrivato l'inquinamento delle acque sotterranee nella provincia di Milano", *Inquinamento*, n. 2, aprile, Milano

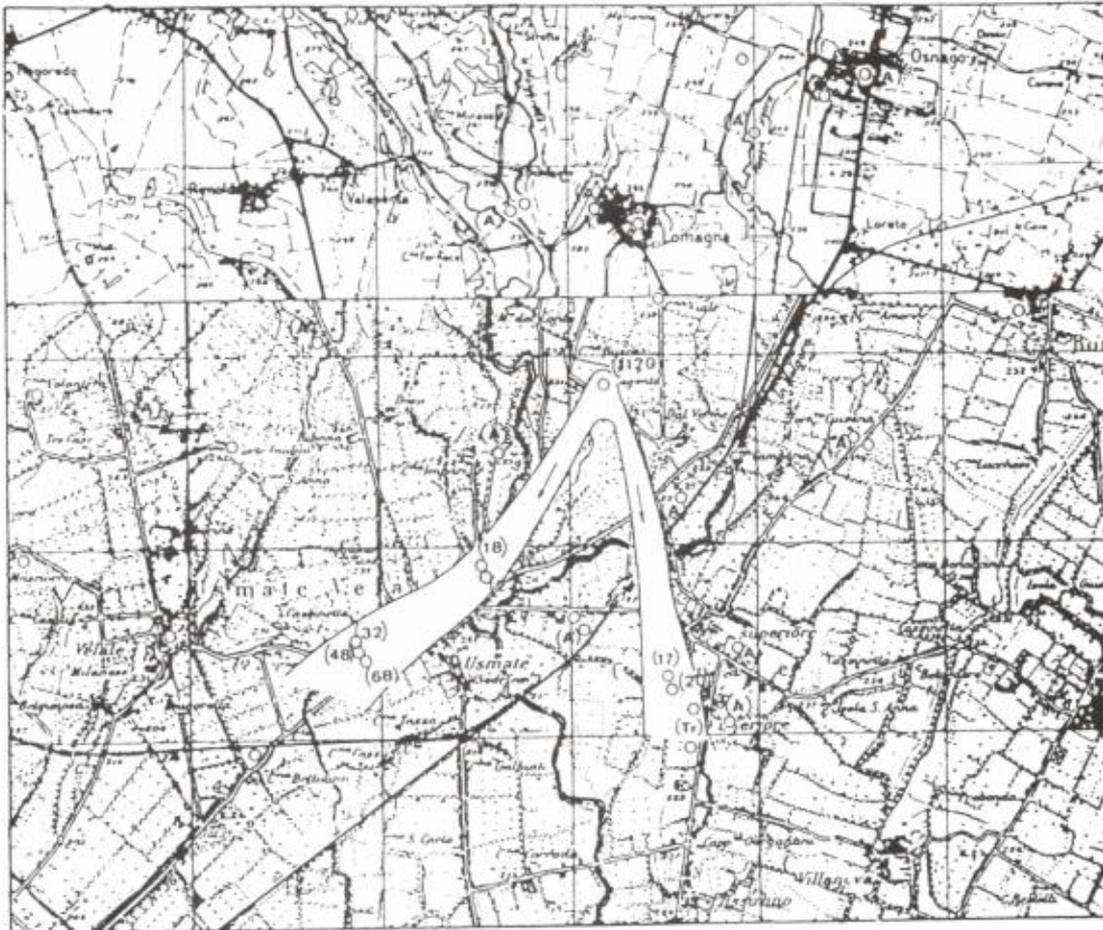


Fig. 1 - Comprensorio di Usmate -Carnate -Fasce di inquinamento da Cromo VI - Valori in ppb (da Mazzarella 1971)

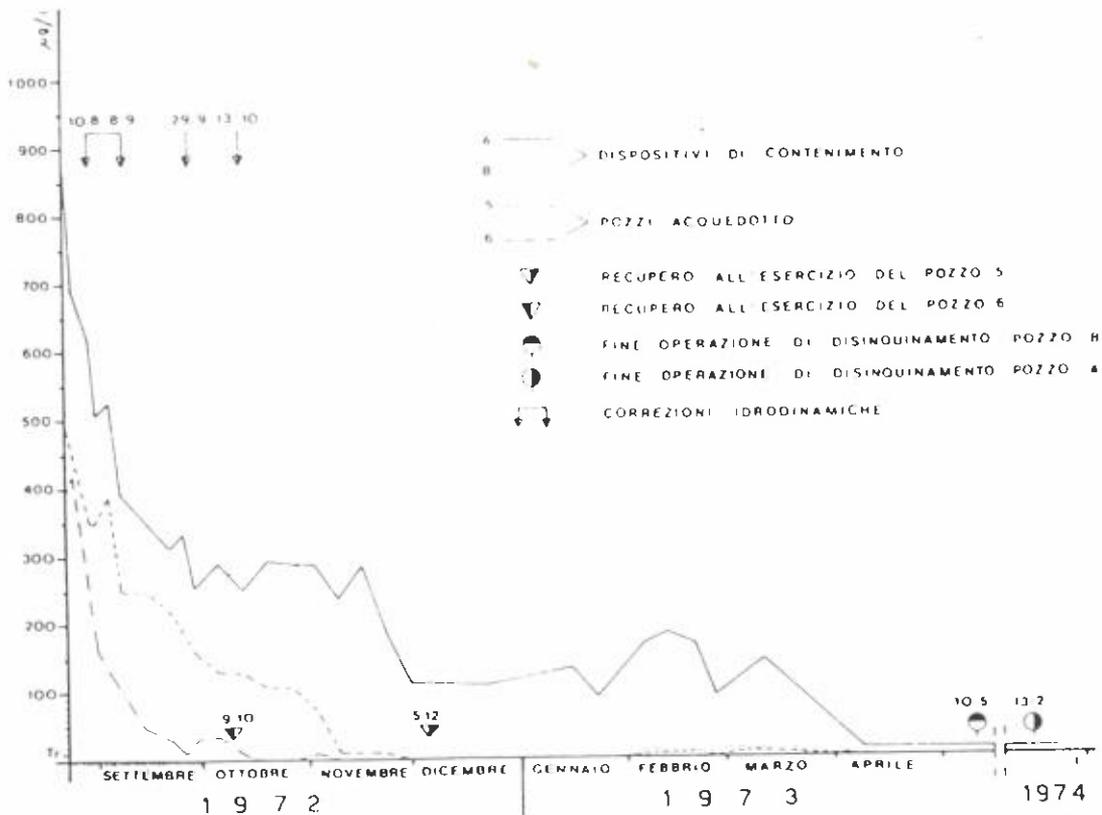


Fig. 2 - Casalpusterlengo - Decrescenza nel valore del tensiometri in falda mediante dispositivi di contenimento (da Mazzarella 1976)



Fig. 3 - Comune di Sesto S. Giovanni - Fascia di inquinamento da solventi clorurati - valori in ppb

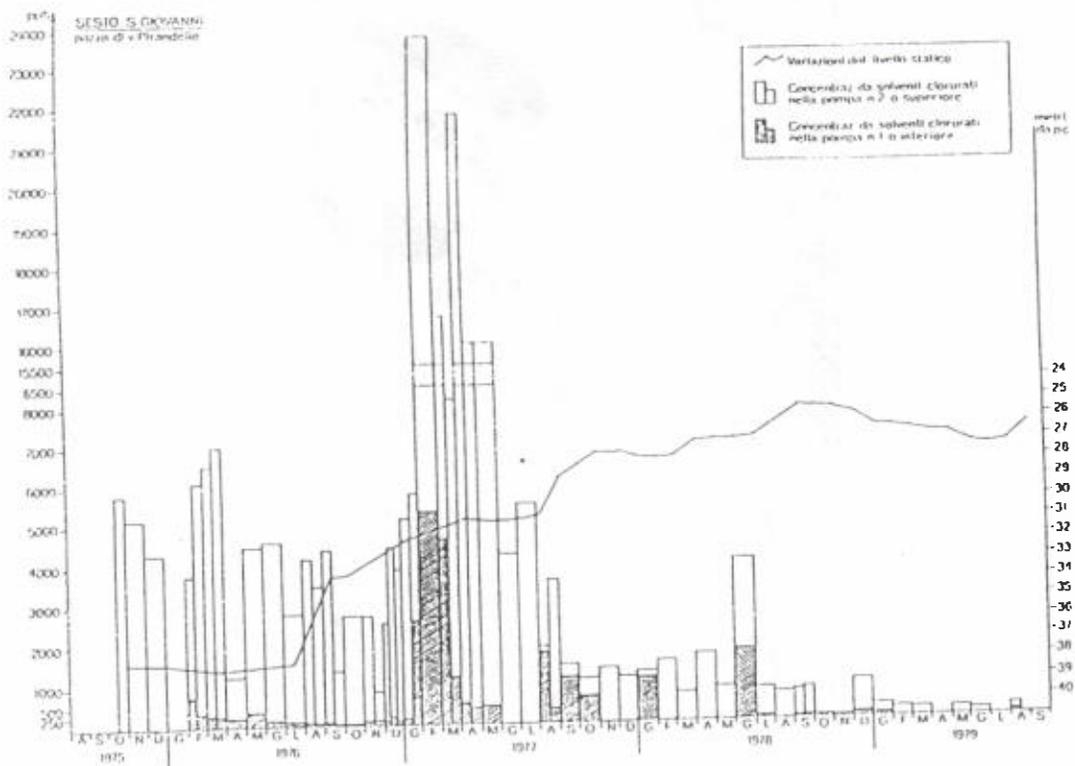


Fig. 4 - Evoluzione dell'inquinamento nel pozzo di v. Pirandello

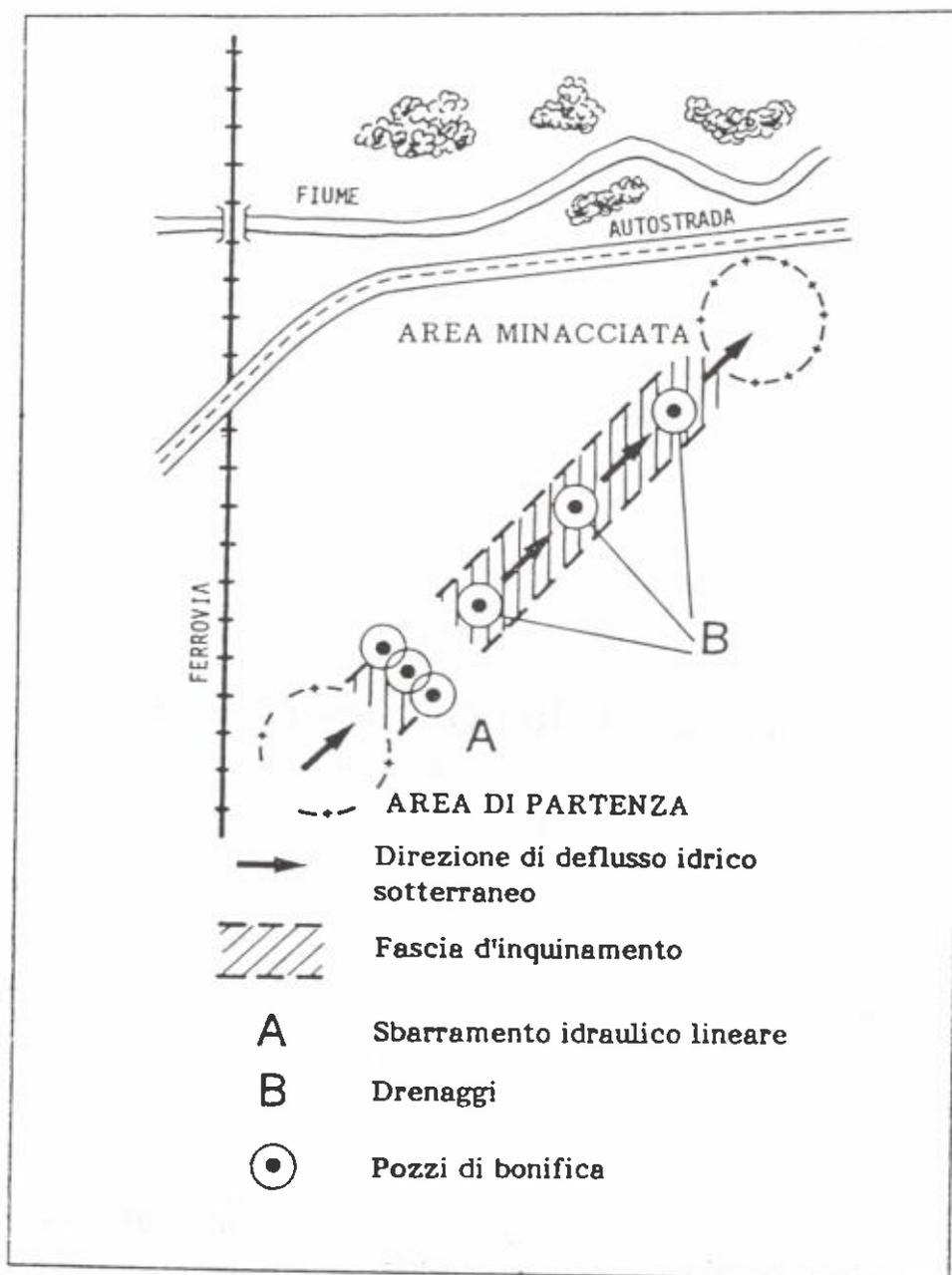
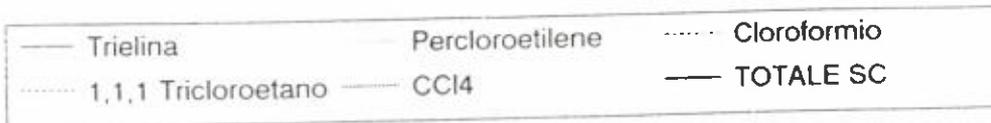
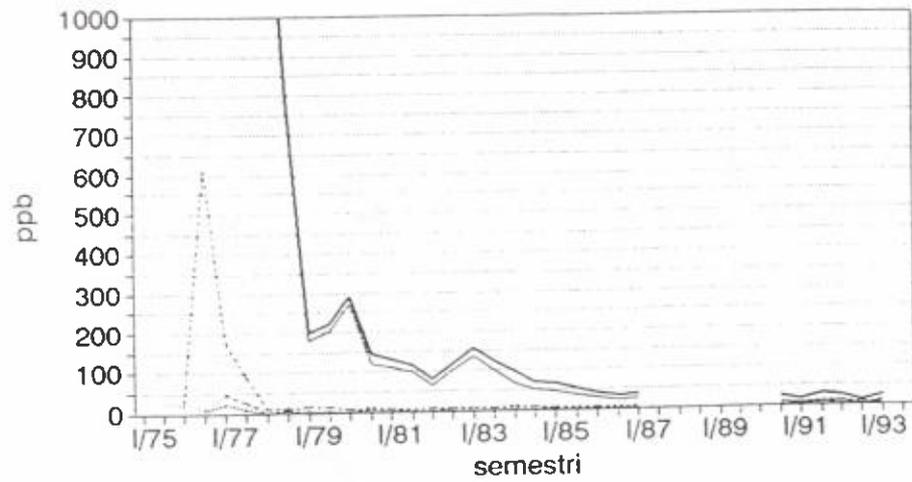


Fig. 5 - Schema di bonifica idrogeologica della zona satura
(da Mazzarella 1986)

Acquedotto di Sesto S.G. Pozzo Pirandello



Acquedotto di Sesto S.G. Pozzo Pirandello

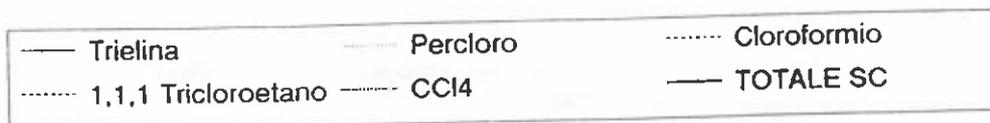
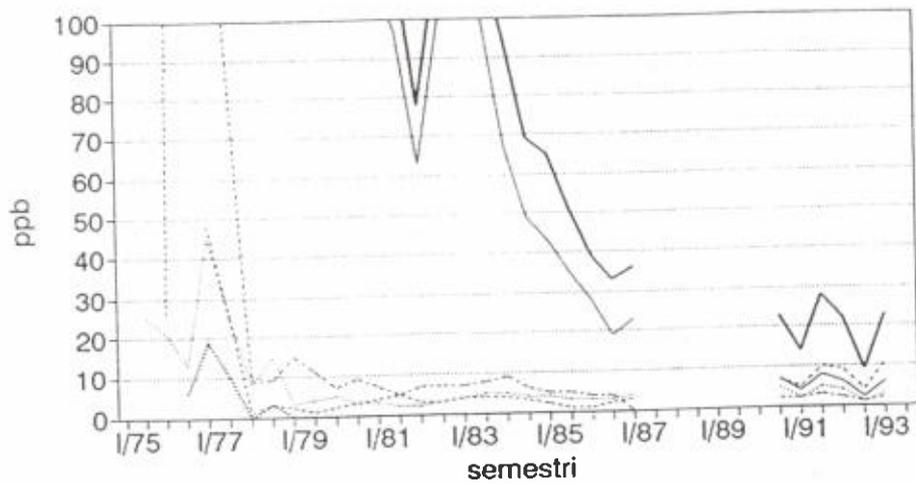
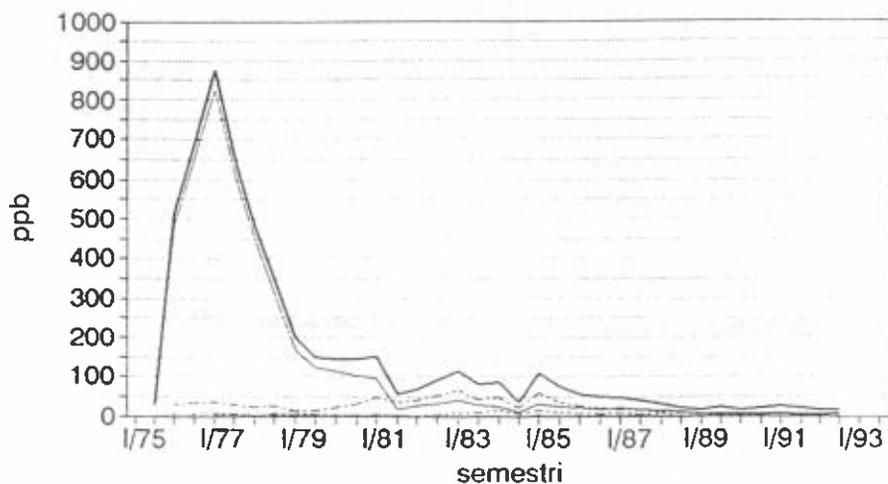


Figure 6-7

Acquedotto di Sesto S.G. Pozzo Curiel



Acquedotto di Sesto S.G. Pozzo Curiel

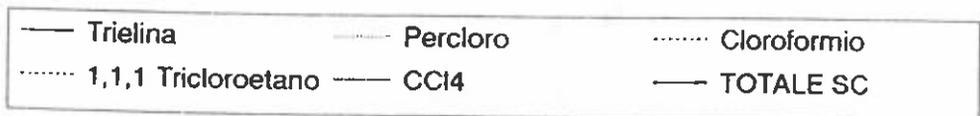
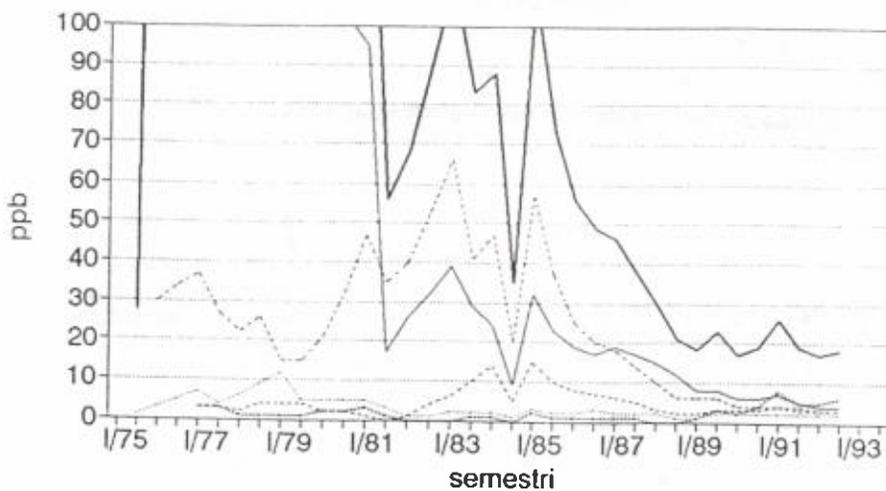


Figure 8-9

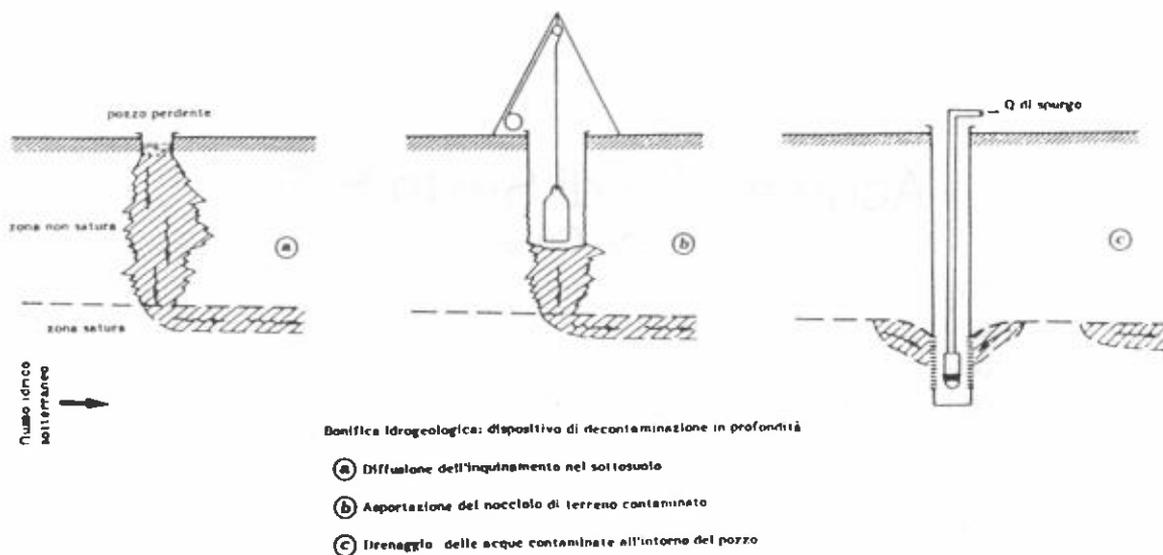


Fig. 10 - Tipo di bonifica utilizzato a Cinisello Balsamo (da Mazzarella 1986)

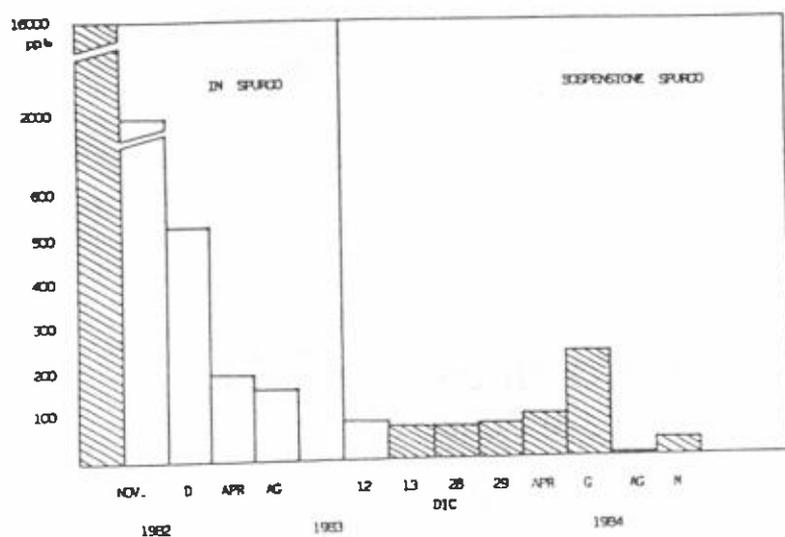


Fig. 11 - Concentrazioni di cloroformio (da Garbelli et al. 1986)

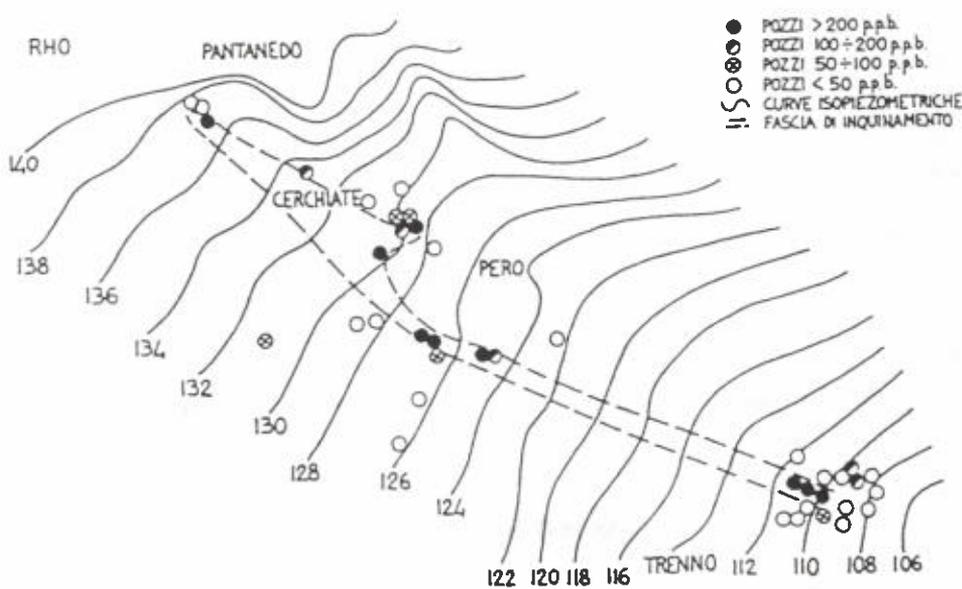


Fig. 12 - Ricostruzione della fascia di inquinamento da tetracloroetilene diretta da Rho a Milano (da De Felice et al. 1986)

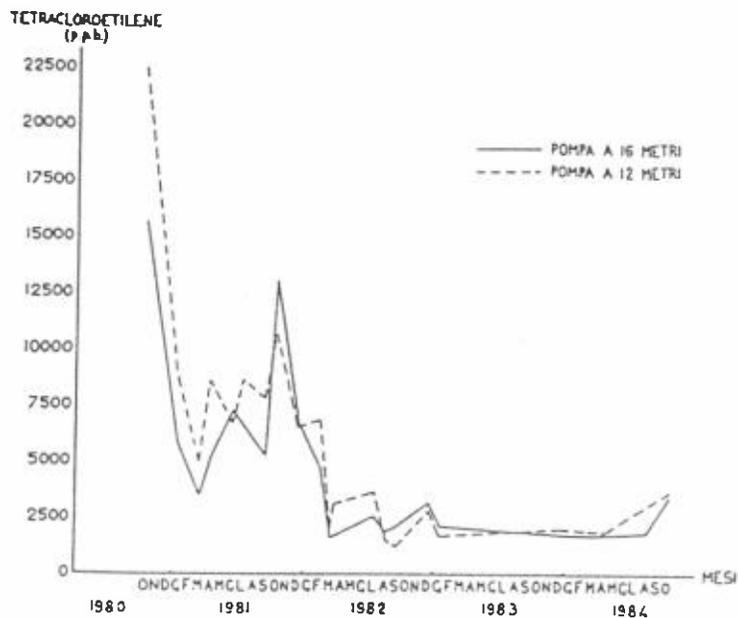


Fig. 13 - Andamento temporale delle concentrazioni di tetracloroetilene nel pozzo di contenimento (da De Felice et al. 1986)

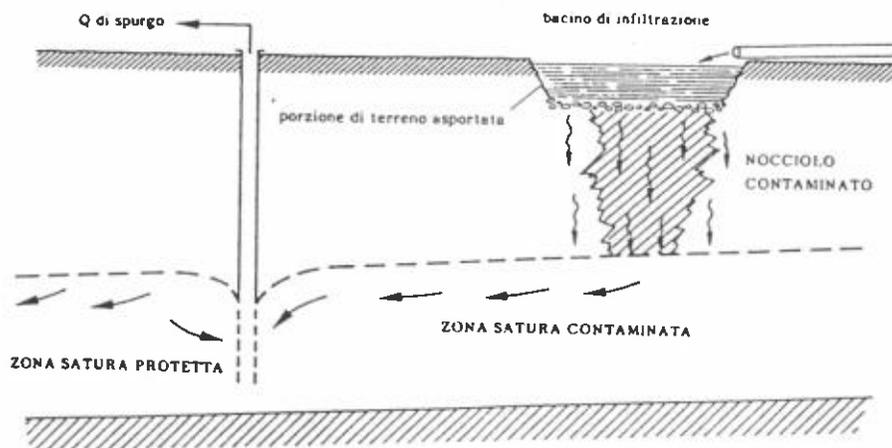


Fig. 14 - Bonifica idrogeologica: tecniche di sbancamento-lavaggio-drenaggio (da Mazzarella 1986)

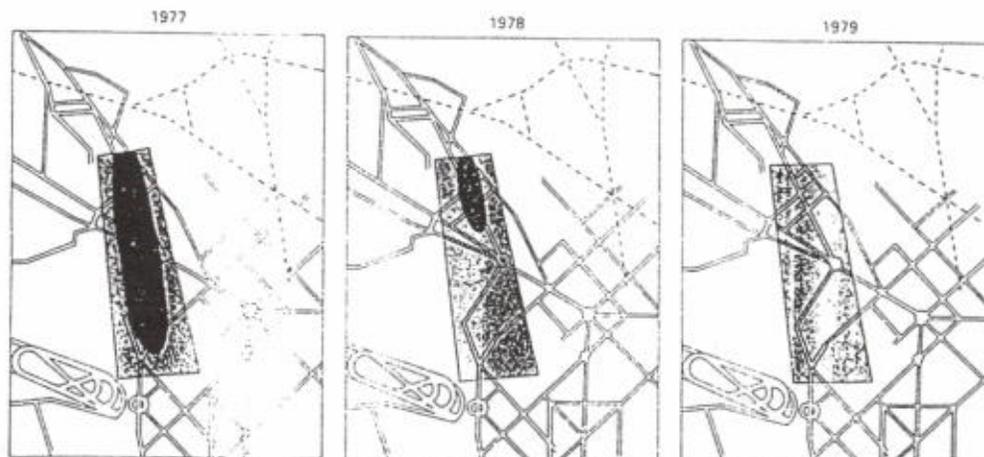


Fig. 15 - Regressione dell'inquinamento da tetracloroetilene nella zona nord-ovest di Milano a seguito interventi di bonifica (da Cavallaro et al. 1985)

INDAGINE IDROGEOLOGICA: PROTOCOLLI OPERATIVI - ARCHIVIAZIONE INFORMATIZZATA - GEOREFERENZIAZIONE.

Dr. Geol. Nicoletta Dotti - Ing. Paola Bazzoni - Dr. Sergio Ledda ()*

PREMESSA

Lo studio dei fenomeni di inquinamento del suolo e/o delle acque sotterranee non può prescindere da un'indagine idrogeologica condotta su una porzione di territorio le cui dimensioni devono, di volta in volta, essere opportunamente valutate. Ad oggi la mancanza di un adeguato quadro informativo territoriale rende difficoltosi gli studi che non siano su scala ridotta. Nel presente lavoro, attraverso l'esame di un progetto per la costruzione di un nuovo pozzo ad uso potabile presso un'USSL del nord ovest della Provincia di Milano, si propone una metodologia che, pur non utilizzando anche dati già strutturate, consente comunque da una parte gli approfondimenti necessari e dall'altra contiene le basi per il superamento delle tecniche tradizionali. L'esempio proposto ci consentirà di relazionare sulle attività da noi intraprese nella direzione della definizione degli strumenti che consentiranno nel futuro una maggiore facilità nell'operare su scale di lavoro opportune.

UN CASO REALE

L'analisi di fattibilità di un nuovo pozzo per la captazione di acque sotterranee viene purtroppo spesso affrontata solo su scala locale. Tale fatto deriva dalle ancora non sufficienti conoscenze delle caratteristiche geoambientali del territorio nel suo complesso e di quelle idrogeologiche in particolare, non essendo tuttora disponibile un quadro organico dei principali fenomeni di inquinamento in atto, non tanto per la mancanza di dati analitici sulle acque, quanto per la loro incompleta strutturazione e georeferenziazione. Un'adeguata riorganizzazione dei dati disponibili consentirebbe di valutare correttamente tutti i fattori che intervengono nella scelta dell'ubicazione di un pozzo e delle sue caratteristiche tecnico-costruttive. Le considerazioni di tipo urbanistico ed acquedottistico verrebbero adeguatamente integrate con le considerazioni idrogeologiche, permettendo di razionalizzare l'uso delle risorse idriche sotterranee e di fronteggiare l'attuale necessità di ricercare a profondità sempre maggiore nuove risorse idriche idonee all'uso potabile. Si propone qui di seguito una metodologia di indagine adottata nel tentativo di ovviare alle problematiche susposte. Il caso proposto riguarda un progetto per la trivellazione di un nuovo pozzo pubblico in un comune al limite nord-ovest della Provincia di Milano nel territorio dell'USSL n.68. Il progetto prevedeva la costruzione di un pozzo di grande diametro, della profondità di circa 200 m, al fine di poter captare le falde utilizzabili oltre i 50 m di profondità. Era stata inoltre opportunamente prevista la messa in opera di due distinte colonne filtranti a profondità diverse e di un piezometro per il controllo diretto della falda superficiale. Lo studio idrogeologico allegato poneva in evidenza tra l'altro, mediante sezioni geologiche, l'esistenza e la posizione delle falde di cui veniva ipotizzata la captazione. L'area prescelta inoltre non poneva particolari problemi anche dal punto di vista urbanistico-territoriale, non insistendo, nel raggio dei 200 m previsti dal D.P.R. 236/88, quale zona di rispetto, insediamenti o attività vietate dal decreto stesso. L'esame della pratica nella fase iniziale, realizzato alla scala 1:2000, ossia mantenendo i confini di studio nell'ambito territoriale della Provincia di Milano, avrebbe condotto alla formulazione di un parere favorevole alla realizzazione del pozzo. La successiva analisi, basata su un protocollo per la realizzazione di indagini idrogeologiche, è stata applicata ad un territorio più vasto (scala 1:10000), coinvolgendo anche la Provincia di Varese ed in particolare il territorio dell'USSL n.9. Nel caso specifico la scelta della scala di studio è stata motivata dalla rilevata presenza di un fenomeno di inquinamento da solventi clorurati in pozzi privati, posti idrogeologicamente a monte del sito prescelto per la realizzazione del nuovo pozzo. La raccolta dati iniziale ha presentato una notevole complessità in quanto è stato necessario acquisire una serie di informazioni relative a territori amministrati da enti diversi (Province, USSL, PMIP, Comuni) ed in particolare:

(*) PMIP di Parabiago (Mi)

il censimento, l'ubicazione, le caratteristiche tecniche dei pozzi pubblici e privati (per i pozzi privati ricadenti in Provincia di Milano il censimento risultava incompleto, al contrario di quello relativo ai pozzi pubblici, gestiti pre-valentemente dal C.A.P.);
le analisi chimiche, in serie storica, relative sia a pozzi pubblici (reperiti presso il PMIP di Milano e di Varese e quindi presso le USSL n.68 e n. 9) che a pozzi privati (re-periti principalmente presso le USSL n.68 e n.9) stralcio PRG comunali
censimento e ubicazione di insediamenti produttivi nell'am-bito dei duecento metri di raggio e del territorio idrogeo-logicamente a monte del sito prescelto per la realizzazione del pozzo in progetto.

E' stato quindi possibile ricostruire le caratteristiche del sottosuolo mediante sezioni geologiche (fig. 1), analizzare le caratteristiche del deflusso delle acque sotterranee mediante la redazione di carte delle linee isopiezometriche (fig. 2) e co-struire mappe della distribuzione delle concentrazioni degli in-quinanti in esame (fig. 3). Si è quindi evidenziata l'effettiva esistenza di un fenomeno di inquinamento da solventi clorurati, già noto e in corso di studio da parte della IV e della II U.O. del PMIP di Varese e della Provincia di Varese. Tale fenomeno ha come probabile ori-gine un insediamento industriale, situato nel territorio a nord del confine con la Provincia di Milano. In particolare proprio in vicinanza del limite di provincia sono state riscontrate le con-centrazioni più elevate di inquinanti in corrispondenza di pozzi privati, tra cui uno di notevole profondità (201 m) e captante le acque sotterranee a partire da circa 60 m rispetto al p.c.. Nel parere finale formulato si è quindi evidenziato: la necessità di variare l'ubicazione del pozzo in progetto l'opportunità di interventi di chiusura delle tratte fil-tranti più profonde del pozzo privato sopraccitato a salva-guardia delle risorse idriche più profonde ancora destinabili all'uso potabile
l'urgenza di approfondire le conoscenze sul fenomeno di in-quinamento individuato, per una sua migliore definizione areale e quantificazione.

A seguito di successivi incontri, che hanno visto l'inter-vento e la fattiva collaborazione dei rappresentanti di tutti gli enti pubblici interessati al problema, è stata stabilita la va-riazione dell'ubicazione del nuovo pozzo. Risultano attualmente in corso le opere di ristrutturazione del pozzo privato sopracci-tato e gli approfondimenti conoscitivi sul fenomeno di inquina-mento.

La QUALITA ' DEI DATI E LA LORO INTEGRAZIONE

Il caso sopraesposto pone in evidenza come la complessità delle problematiche di tipo geoambientale possa essere affrontata solo mediante una conoscenza del territorio, basata su dati di alto livello qualitativo. Il dato deve essere significativo: nel caso in esame ad esempio si sono tenuti in considerazione solo i dati analitici relativi a pozzi di cui erano note caratteristiche stratigrafiche e costruttive; il dato ha così acquisito significatività in quan-to rappresentativo di un luogo, di una particolare situazione idrogeologica e di una particolare condizione della qualità delle acque sotterranee. Il dato deve essere preciso e confrontabile: è stata neces-saria l'adozione di protocolli per la standardizzazione delle operazioni di rilevazione del dato, quali ad esempio il censimen-to dei pozzi, le misure di profondità della superficie delle fal-de acquifere, il campionamento delle acque e dei terreni ecc.. (fig. 4); solo in questo modo il dato è diventato confrontabile e può quindi essere oggetto di archiviazione informatizzata. Il dato deve essere raccolto nella quantità adeguata alla scala del problema da affrontare: molte reti di monitoraggio dei parametri fisici e chimici si basano attualmente su un numero troppo limitato di punti, rappresentati oltretutto quasi esclusi-vamente da pozzi pubblici di notevole profondità di captazione; i dati così raccolti possono essere utilizzati ai fini statistici, ma risultano insufficienti per studi idrogeologici. E' necessa-rio, nel caso delle indagini idrogeologiche, integrare le infor-mazioni raccogliendo anche i dati relativi ai pozzi privati o im-piegando metodi alternativi quali l'esecuzione di S.E.V. (sondag-gi elettrici verticali), ora effettuabili direttamente anche dal-la IVA U.O. del PMIP di Parabiago. Si sottolinea inoltre come nell'impostazione delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee la scelta dei punti di rile-vazione deve essere fondata sulla comparazione tra la struttura idrogeologica locale e le caratteristiche delle opere di capta-zione esistenti. Allo stato attuale, si pone comunque il problema di utilizzare al meglio la notevole mole di dati esistenti, creando archivi orien-tati alle attività di analisi geoambientale; la strategia di la-voro della IV U.O. del Presidio di Parabiago è orientata verso tecniche di informatizzazione non convenzionali, che consentano di rappresentare i dati in maniera integrata e in relazione alla loro collocazione territoriale.

IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (GIS)

L'adozione di una strategia GIS è stata quindi motivata dalla necessità di integrare informazioni ambientali di formato e origine diversi, corredandoli con la loro connotazione territoriale. L'implementazione di tali sistemi non è comunque un'operazione di immediata esecuzione, in quanto l'utilizzo di dati georeferenziati richiede un lavoro preliminare di strutturazione e organizzazione dei dati stessi. La metodologia di lavoro prevede innanzitutto una fase di analisi, che consenta di indagare approfonditamente i flussi informativi coinvolti nel processo di informatizzazione e giungere alla definizione di specifiche formali, utilizzabili come linee guida nella successiva fase di progettazione dello schema concettuale e fisico della struttura-dati del GIS; si procede infine alla fase di implementazione, che prevede il caricamento dei dati, la verifica degli schemi di progetto, la validazione del sistema (fig.5). Nella prima fase le informazioni sono state analizzate considerando aspetti come la provenienza, la reperibilità e la connotazione spazio-temporale dei dati e la caratterizzazione degli strumenti di misura, giungendo ad identificare degli oggetti informativi a cui viene associato un insieme coerente di dati. Nella seconda fase attraverso la scelta di un opportuno linguaggio sono stati definiti le entità informative e le loro relazioni, sia di tipo convenzionale (es. gerarchie di classificazione, relazioni ISA, etc.) che topologiche (es. relazioni di contenimento, composizione, adiacenza, etc.). Ad esempio l'oggetto Pozzo deve possedere un insieme di attributi convenzionali (es. caratteristiche tecnico-costruttive, stratigrafie, serie storiche di analisi chimiche...), ma anche attributi topologici (es. ubicazione sul territorio), che consentono di relazionare tra loro le entità geometriche, che sono la caratteristica peculiare dei sistemi GIS (es. collegamento con la rete acquedottistica, configurazione delle aree di salvaguardia) (fig.6).

Infatti, mentre l'interrogazione di un data-base convenzionale viene effettuata sulla base di codici identificativi (codice pozzo, data, nome del Comune...), una struttura GIS consente in aggiunta l'interrogazione spaziale della base-dati, permettendo di selezionare le informazioni relative ad esempio ad un'area di studio, ad un punto del territorio, ad una sezione. E' inoltre possibile ottenerne una immediata rappresentazione grafica, migliorando significativamente la velocità e la qualità della gestione delle risorse informative. Lo schema concettuale di progetto è in fase di completamento ed è di imminente pubblicazione. I dati così strutturati potranno essere utilizzati come input per applicazioni di modellistica, utilizzando scenari reali per integrare l'analisi del problema e scenari fittizi per studi di pianificazione. Riferendoci al caso reale citato, l'adozione di uno strumento GIS avrebbe consentito la visione integrata del fenomeno oggetto di studio, sovrapponendo ad esempio i dati delle tratte filtranti dei pozzi e le loro caratteristiche stratigrafiche con i valori analitici rilevati; inoltre sarebbe stato possibile, attraverso successive interrogazioni spaziali su aree sempre più ampie, definire in modo interattivo l'area di studio più idonea alla scala del problema.

I dati caricati in un GIS avrebbero potuto inoltre essere elaborati mediante appositi modelli che forniscono le modalità di deflusso delle acque sotterranee, e successivamente i risultati delle simulazioni possono essere utilizzati come input di modelli di trasporto, per ottenere le mappe di isoconcentrazione e i tempi di arrivo degli inquinanti. L'uso integrato dei GIS e della modellistica ambientale può quindi rivelarsi utile strumento alla corretta identificazione degli interventi di risanamento delle acque sotterranee ed in generale per un più razionale utilizzo delle risorse idriche sotterranee.

CONCLUSIONI

Il sistema GIS del P.M.I.P. di Parabiago è in fase di acquisizione. Il progetto di implementazione del sistema prevede l'acquisizione e il caricamento preliminare dei dati territoriali di base, che verranno di volta in volta integrati da studi di singoli casi reali fino a giungere alla copertura globale del dominio di georeferenziazione relativo al territorio di competenza. Il caso reale proposto, essendo stato affrontato mediante una metodologia avanzata, volta alla standardizzazione delle procedure operative, al controllo della qualità dei dati e orientata alla loro georeferenziazione, rappresenta un prototipo nello sviluppo di una metodologia di lavoro e possiede quindi quelle caratteristiche strutturali che ne consentiranno l'inserimento nel sistema informativo territoriale.

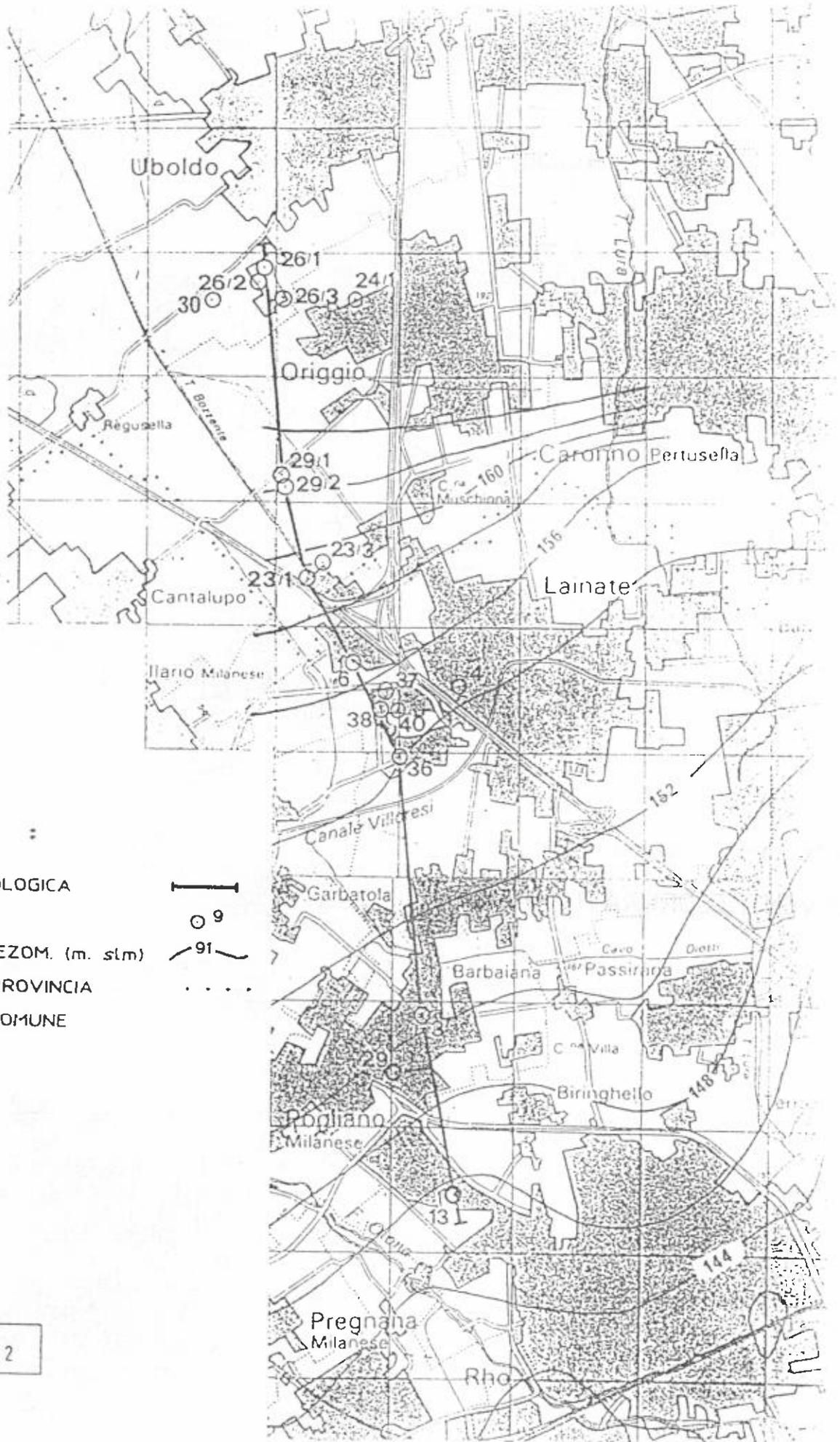
SEZIONE GEOLOGICA

S

N



fig. 1



LEGENDA :

SEZIONE GEOLOGICA

POZZO

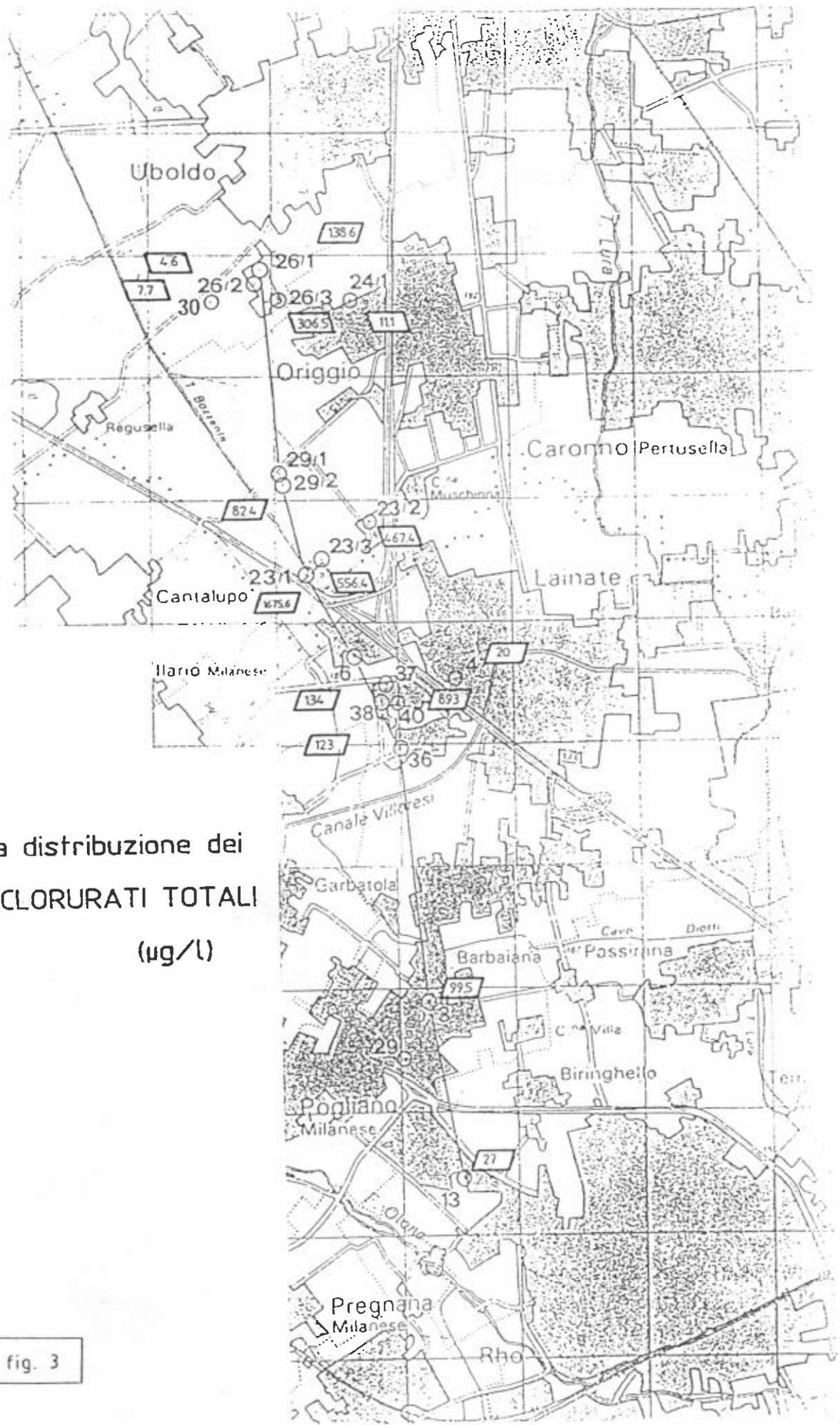
CURVE ISOPIEZOM. (m. s.l.m)

CONFINE DI PROVINCIA

CONFINE DI COMUNE



fig. 2



Carta della distribuzione dei
SOLVENTI CLORURATI TOTALI
 (ug/l)

fig. 3

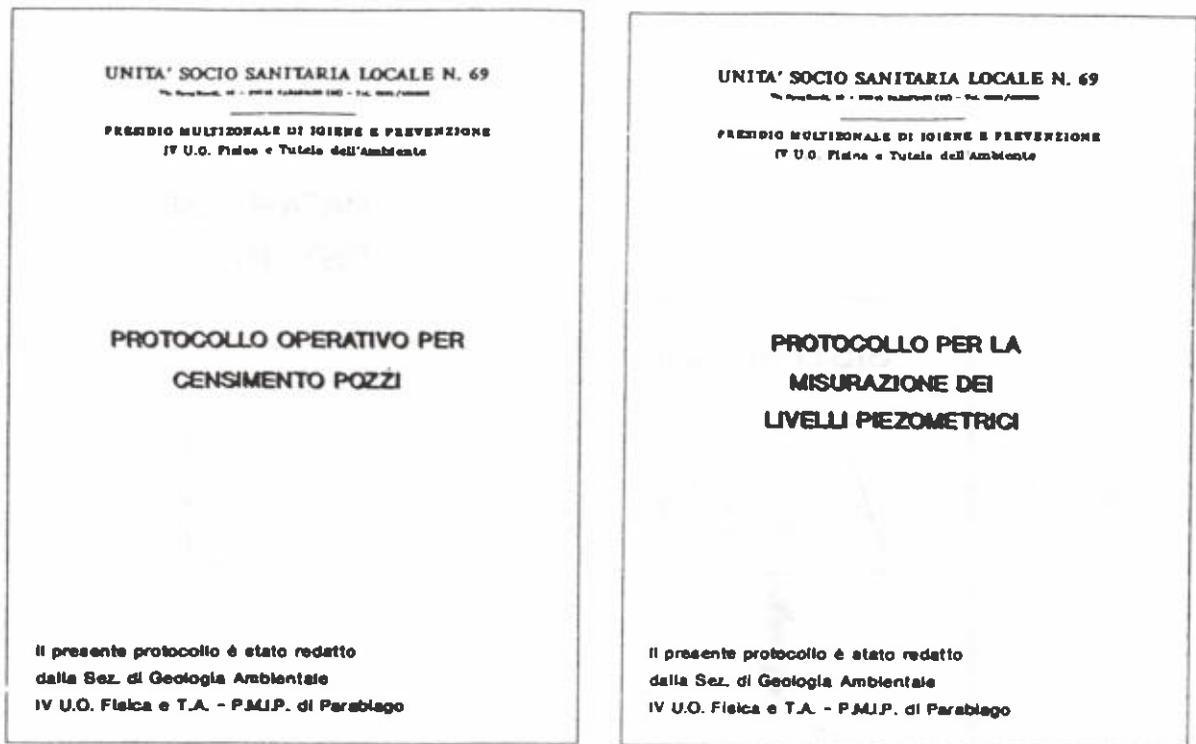


Fig.4

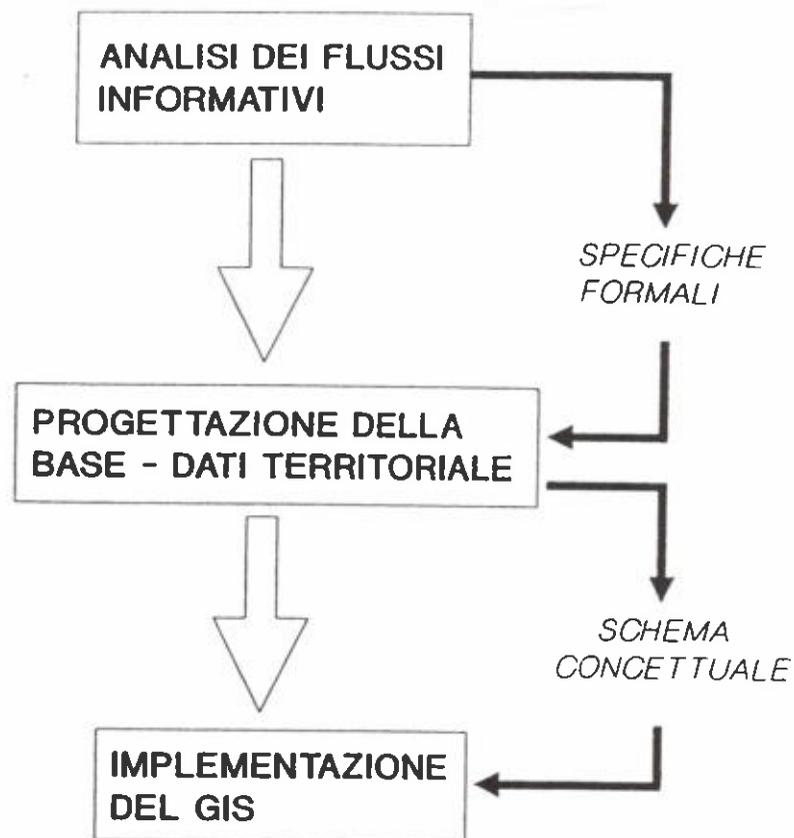


Fig. 5

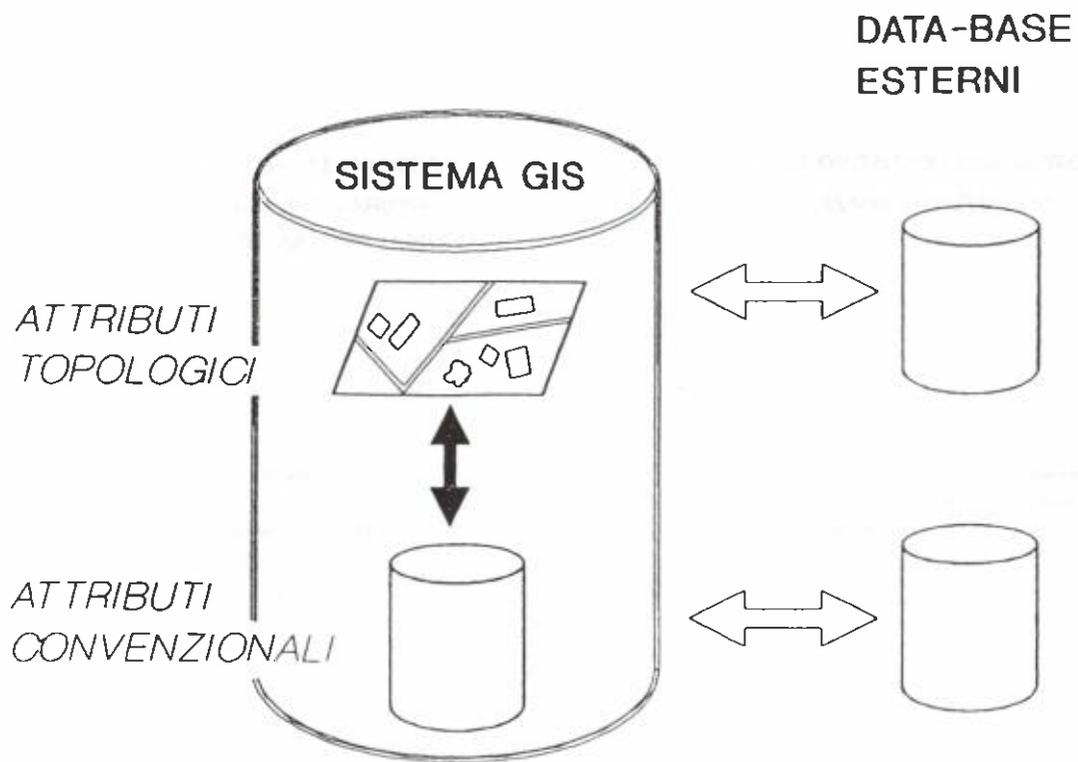


Fig. 6

DISINQUINAMENTO DELLA FALDA E DEI TERRENI DA COMPOSTI ORGANOALOGENATI PROGETTAZIONE ED ATTUAZIONE DELLA BONIFICA NEL TERRITORIO DEL USSL 60 DI VIMERCATE

Autori:

Bianchi S.¹⁺ Ghezzi A.* Mauri P.* Rossetti F.* Sala D.⁺ Uggeri A.*

Hanno collaborato:

Crippa M.⁺ Mantovani A.⁺ San Nicolò L.[#]

Sommario

- 1) **PREMESSA E METODOLOGIA UTILIZZATA**
- 2) **APPLICAZIONI ALL'AREA VIMERCATE-AGRATE BRIANZA**
 - 2.1 Inquadramento geografico
 - 2.2 Caratteri geologici
 - 2.3 Caratteri idrogeologici
 - 2.4 Caratteri idrochimici e inquinamento della falda (stato di fatto 1993)
 - 2.5 Evoluzione dell'inquinamento nel tempo
 - 2.6 Risanamento della falda e bonifica dei terreni
- 3) **COMMENTO E CONCLUSIONI**

1 PREMESSA E METODOLOGIA UTILIZZATA

Nell'ambito del territorio dell'USSL 60 di Vimercate, è noto da tempo l'inquinamento delle falde ad opera di sostanze organoalogenate. Gli studi preliminari e gli interventi di bonifica sono stati messi a punto dal servizio di Igiene Pubblica e Ambientale e Tutela della Salute nei Luoghi di Lavoro dell'USSL 60, che si è avvalso della consulenza dello Studio Idrogeotecnico. L'operazione è stata resa possibile utilizzando mezzi e strumenti messi a disposizione dalla LR 62/85 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento.

Il piano di indagini ha permesso:

- la definizione dell'ambiente fisico di propagazione degli inquinanti;
- la delimitazione areale e verticale della diffusione degli stessi;
- l'individuazione dei punti di immissione degli inquinanti;
- la progettazione e la gestione degli interventi di risanamento della falda e di bonifica del non saturo;
- il recupero degli oneri sostenuti dalla pubblica amministrazione nei confronti dei responsabili individuati.

^{1 +}: USSL60 VIMERCATE * : STUDIO IDROGEOTECNICO MILANO
[#]: S.E.T. BOLZANO

Per l'attuazione della bonifica della falda e dei terreni, in ottemperanza a quanto disposto dalla L.R.62/85, si è così proceduto:

- A** **Circoscrizione delle origini dell'inquinamento**
- B** **Delimitazione dei punti di immissione e accertamento delle responsabilità**
- C** **Risanamento e bonifica**

A **Circoscrizione delle origini dell'inquinamento**

Per la delimitazione dei centri di immissione e la conseguente attribuzione delle responsabilità, data la delicatezza e la complessità dell'argomento, si sono rese necessarie una serie di fasi di studio preliminari.

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche, geochimiche, il controllo e l'incrocio dei dati disponibili sulle attività produttive attuali e passate, hanno permesso in taluni casi di accertare l'origine degli inquinamenti, e di intervenire, senza contestazioni, all'interno di aziende probabilmente responsabili.

Le fasi eseguite si possono così sintetizzare:

A.a Omogeneizzazione delle informazioni di base.

Esame dei dati stratigrafici, idrologici e di emungimento dei pozzi.

Esame delle serie storiche analitiche per singolo pozzo.

Esame ed organizzazione della documentazione riguardante le attività produttive, fognature, discariche e pozzi perdenti.

Esame ed organizzazione dei dati disponibili presso i vari enti relativi a studi e precedenti esperienze locali.

Ubicazione delle informazioni su cartografia a scala adeguata

Organizzazione della documentazione di base in una banca dati informatizzata.

A.b Verifiche integrative dirette.

Costruzione di pozzi di controllo per la delimitazione delle aree di origine dell'inquinamento.

Integrazioni analitiche su pozzi carenti di dati

Misura di livelli piezometrici e prove di pompaggio e test con traccianti su pozzi per la determinazione dei parametri idraulici della falda

Sopralluoghi presso attività produttive di interesse con verifica delle modalità di smaltimento attuali e passate e dei punti di scarico lungo i corsi d'acqua.

A.c Elaborazioni dei dati.

Elaborazione di carte delle piezometrie.

Ricostruzione della geometria e della vulnerabilità degli acquiferi.

Elaborazione di un modello geologico del sottosuolo.

Elaborazioni grafiche dei dati analitici in serie storica per l'interpretazione dei fenomeni di inquinamento.

Analisi della dinamica di diffusione degli inquinanti.

B **Delimitazione dei punti di immissione e accertamento delle responsabilità.**

In base alle interpretazioni effettuate, sono stati realizzati gli interventi di verifica per la delimitazione precisa dei focolai e l'attribuzione univoca delle responsabilità, secondo lo schema sotto riportato.

B.a Costruzione di pozzi di controllo

Sono stati perforati in siti ubicati a monte e a valle dei presunti centri di immissione degli inquinanti rispetto alla direzione di flusso al fine di campionare le acque di falda. I dati analitici ottenuti hanno fornito all'USSL e alle Amministrazioni Comunali elementi tali da poter imporre alle aziende indagate l'onere degli accertamenti, o, nel caso di mancata collaborazione, emettere ordinanze per l'ingresso nelle aree private ed effettuare le indagini necessarie.

B.b Esecuzione di indagini nel terreno non saturo

Sono consistite in sondaggi a piccolo diametro (DN 28) per il prelievo e l'analisi del gas interstiziale (effettuate con fiale rivelatrici colorimetriche o a carboni attivi tipo Dräger) e in carotaggi spinti fino alla superficie della falda per il prelievo di campioni di terreno. Questa tecnica ha permesso di procedere in tempi ridotti, alla delimitazione delle aree contaminate, alla identificazione degli inquinanti, alla definizione delle responsabilità, e quindi alla esecuzione degli interventi di bonifica mirati.

C **Risanamento e bonifica**

Per ogni fascia di inquinamento delimitata sono state effettuate le seguenti operazioni:

- realizzazione e messa in servizio, in prossimità del centro di immissione, di un sistema di sicurezza costituito da pozzi di sbarramento dimensionati in modo da intercettare tutte le acque contaminate evitandone la diffusione.
- ubicazione e realizzazione ed attivazione, lungo il pennacchio di inquinamento, dei pozzi di risanamento della falda; verifica dell'efficienza mediante prove idrauliche specifiche.
- perforazione, in prossimità dei nuclei di inquinamento di pozzi attrezzati per l'estrazione delle fasi volatili; la bonifica dei terreni mediante estrazione in fase gassosa degli inquinanti ha permesso la rapidità di esecuzione, l'economicità dell'intervento (consentendo di operare su vaste aree e sotto qualsiasi struttura senza asportazione di terreno) e l'efficacia del disinquinamento

2 APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA ALL'AREA VIMERCATE-AGRATE BRIANZA

La metodologia precedentemente illustrata è stata applicata all'intero territorio del USSL60 di Vimercate e ai territori comunali limitrofi.

Viene qui presentato un esempio riferito all'area di Vimercate-Agrate Brianza.

2.1 Inquadramento geografico

L'area considerata, situata a NE di Milano, ha un'estensione di circa 30 Km².

Si tratta di un territorio a morfologia prevalentemente pianeggiante con corsi d'acqua di modesta entità (T. Molgora).

Il territorio presenta molteplici destinazioni d'uso:

- L'urbanizzato residenziale è concentrato in due centri maggiori (Vimercate e Agrate Brianza) e in altri centri minori.
- Gli insediamenti industriali, di varia tipologia, sono numerosi; molti di essi utilizzano o hanno utilizzato nelle fasi produttive solventi organoalogenati.
- Le aree a vocazione agricola sono utilizzate per la cultura cerealicola, per vivai e prati da vicenda.

2.2 Caratteri geologici

L'area studiata è caratterizzata dalla disponibilità di un numero estremamente elevato di dati stratigrafici di pozzi e sondaggi (per un totale di 679 perforazioni esaminate) che ha permesso una accurata definizione della geometria e delle caratteristiche delle unità geologiche presenti nel sottosuolo, con particolare riguardo per quella che ospita la falda inquinata (sezione di Fig. 1).

La caratterizzazione geologica del sottosuolo è stata completata mediante un reticolo di 20 sezioni geologiche con andamento NS ed EW.

La ricostruzione della morfologia della base del primo acquifero (interessato dai fenomeni di inquinamento qui descritti) è stata effettuata mediante interpolazione grafica informatizzata (surfing) dei dati stratigrafici, tarata mediante informazioni ricavate dalle sezioni.

La successione stratigrafica riconosciuta è qui di seguito descritta, a partire dall'alto:

1) UNITÀ DELLE GHIAIE E SABBIE

E' costituita in prevalenza da ghiaie e sabbie poligeniche, localmente cementate, corrispondenti stratigraficamente al Ceppo dell'Adda e, nella parte sommitale, ai depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio e superiore. I caratteri litologici e tessiturali indicano un'ambiente di sedimentazione fluviale, con corsi d'acqua anche ad elevata energia, in diminuzione verso S. Nella parte settentrionale dell'area è stata evidenziata la presenza di un corpo argilloso lentiforme, spesso fino ad una ventina di metri, che suddivide l'unità in due distinti orizzonti permeabili, condizionando così le modalità di circolazione dell'acqua e degli inquinanti idroveicolati. Verso S lo spessore dell'orizzonte argilloso diminuisce progressivamente, fino ad azzerarsi in prossimità del limite meridionale del territorio di Vimercate.

La carta della base dell'unità evidenzia la presenza di paleovalvei lineari, con direzione N-S; la profondità delle incisioni, rispetto alle aree di spartiacque, aumenta da N (2-3 m) verso S (fino a 15 m). I paleovalvei sono riempiti da materiale a granulometria analoga o leggermente più grossolana rispetto alla restante parte dell'unità.

2) UNITÀ DELLE ALTERNANZE

E' costituita da alternanze plurimetrie di ghiaie e sabbie, talvolta cementate, e limi ed argille: al tetto è presente un orizzonte limoso giallastro, generalmente riconoscibile in tutte le stratigrafie. Nell'ambito dell'unità, soprattutto nella parte inferiore, sono frequenti i livelli di torbe e di ghiaie con resti di organismi tipici di acque salmastre (*Cardium*, *Ostrea*). L'insieme dei caratteri litologici, geometrici e tessiturali permette di definire un ambiente deposizionale di transizione tra il dominio marino e quello continentale, caratterizzato da una piana alluvionale a sedimentazione fine solcata da corsi d'acqua anche ad elevata energia.

La geometria dei livelli permeabili non è ricostruibile in dettaglio, anche a causa del minore numero di dati stratigrafici rispetto a quelli riferibili all'Unità delle ghiaie.

3) UNITÀ DELLE ARGILLE

E' costituita principalmente da argille grigie e grigio-azzurre, talvolta fossilifere; sono presenti intercalazioni di spessore metrico di ghiaie e sabbie. I caratteri litologici e paleontologici indicano un ambiente di sedimentazione marino, riferibile cronologicamente al Pliocene inferiore.

2.3 Caratteri idrogeologici

Nell'area considerata sono presenti due distinti corpi idrici sotterranei, ben differenziati per quanto attiene l'idrodinamica, l'idrochimica, la vulnerabilità e l'inquinamento.

La **falda superiore**, di tipo libero, risiede entro l'Unità delle ghiaie e sabbie. Nel settore settentrionale dell'area studiata l'intercalazione di un livello argilloso nell'Unità delle ghiaie e sabbie determina la presenza di una falda libera superficiale e di una semiconfinata.

L'alimentazione avviene principalmente per infiltrazione diretta delle precipitazioni ed in secondo luogo per perdite dei corsi d'acqua superficiali, sia naturali (T.Molgora) che artificiali (canali d'irrigazione, sviluppati soprattutto immediatamente a S dell'area considerata).

Nella primavera 1993 è stata effettuata una campagna di misura dei livelli statici nei pozzi pubblici, privati e di controllo della falda; sono stati considerati tutti i punti di misurazione disponibili distribuiti in maniera disomogenea, con massima concentrazione nell'area di maggiore interesse.

La superficie piezometrica elaborata (Fig. 2) possiede le seguenti caratteristiche:

- gradiente variabile da 10 per mille (settore settentrionale) al 3 per mille (settore meridionale) con modifica brusca della pendenza della superficie in prossimità dell'Autostrada MI-VE, condizionata presumibilmente dall'alimentazione della falda ad opera del Canale Villoresi.
- direzione generale del flusso verso S
- soggiacenza variabile da 15 a 30 m, in aumento verso S;
- asse di deflusso preferenziale parzialmente coincidente con il decorso del principale paleo-alveo evidenziato dalla carta del fondo della prima unità acquifera;
- presenza di marcati coni di depressione in corrispondenza dei principali campi di pozzi industriali.

Cinque prove di pompaggio a portata costante, interpretate con i metodi di Theis e di Neuman, hanno permesso di definire l'intervallo di variazione della permeabilità: i valori ottenuti sono compresi tra $1.9 \cdot 10^{-3}$ e $1.5 \cdot 10^{-4}$ m/sec. Tali risultati concordano con quelli ottenuti in aree limitrofe (Burago Molgora, Ornago, Carnate). La porosità efficace, determinata con il metodo

di Neuman, varia tra 0.10 (Carnate) e 0.20 Agrate N.

La **falda confinata**, residente entro i livelli permeabili dell'Unità delle alternanze, è generalmente separata da quella libera per mezzo di livelli argillosi di spessore superiore al decametro. In prossimità di Vimercate essi tendono ad assottigliarsi fino ad azzerarsi e consentire fenomeni di miscelazione, evidenziati anche dall'idrochimica. Nel restante territorio la separazione è effettiva e garantisce, almeno fino ad ora, una buona protezione dell'acquifero, messa in luce anche dall'assenza di significativi fenomeni di inquinamento.

La carta piezometrica non è realizzabile a causa della scarsità di punti di misura. Non sono nemmeno disponibili dati relativi ai parametri idraulici nell'area di stretto interesse. Prove di pompaggio in aree limitrofe (Arcore, Carnate,) hanno dato valori medi di permeabilità dei livelli fenestrati (ottenuti grossolanamente calcolando il rapporto tra la trasmissività globale e la somma dei tratti fenestrati) compresi tra 2.2 e $4.8 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

2.4 Caratteri idrochimici e inquinamento della falda: stato di fatto 1993

I fenomeni di inquinamento studiati sono relativi alla prima falda.

Per la loro definizione si sono considerati i dati analitici disponibili a partire dalla fine degli anni '70 per un totale di oltre 2500 referti; dal 1989 sono state realizzate campagne idrochimiche finalizzate selezionando i punti di campionamento in base a criteri geografici e stratigrafici. Durante il 1993, sono stati campionati tutti i pozzi disponibili (pubblici, privati e di controllo).

In fase interpretativa sono state considerate le caratteristiche stratigrafiche e tecnico costruttive dei pozzi classificandoli come captanti singole falde (libera, semiconfinata, confinata) oppure miscelanti e differenziando di conseguenza i referti analitici relativi ai campioni d'acqua da essi provenienti.

Ne è risultato un ampio quadro che definisce accuratamente l'estensione areale e la concentrazione dell'inquinamento dei solventi organoalogenati presi in considerazione (Cloroformio, Tricloroetilene, Metilcloroformio, Tetracloroetilene, Tetracloruro di Carbonio, Totale dei solventi esaminati).

I fenomeni di inquinamento riscontrati, riferiti a ciascun inquinante, sono i seguenti:

- CLOROFORMIO: si osservano ampie aree inquinate; concentrazioni sopra al limite dei 30 ppb si riscontrano nella parte meridionale del comune di Vimercate, ove sono probabilmente ubicati più centri di immissione degli inquinanti, e lungo la paleo valle orientale in territorio di Agrate B (Fig. 2).
- METILCLOROFORMIO: in tutta l'area considerata le concentrazioni in falda sono al di sotto dei 10 ppb.
- TETRACLOROETILENE: è presente in tracce in tutto il territorio (< 10 ppb) fatta eccezione per l'area a S del Comune di Agrate B. e nell'area N W del comune di Vimercate (valori < 20 ppb).
- TETRACLORURO DI CARBONIO: si riscontra solo in territorio di Agrate B. a partire dal confine con il comune di Vimercate (pozzo 70/13), ove è situata l'area di massima concentrazione, lungo la paleo valle orientale, e a S dell'Autostrada MI-VE.
- TRICLOROETILENE: ampiamente diffuso, il limite dei 30 ppb in falda è superato nell'area della paleo valle orientale a monte dell'Autostrada MI-VE in Agrate B., a S della stessa e a valle della Cascina Marcusate di Vimercate.

- **TOTALE DEI SOLVENTI CONSIDERATI:** vaste aree di territorio superano il limite dei 30 ppb in acqua di falda (Fig. 3).

Nella presente relazione è stato dato maggiore risalto illustrativo al cloroformio essendo l'inquinante più diffuso nell'area. Nella redazione delle carte delle isoconcentrazioni (Fig. 2 e 3) i dati puntuali sono stati interpretati considerando i seguenti fattori:

- caratteri idrogeologici dell'acquifero (cfr paragrafo. 2.3);
- caratteri idrodinamici della falda ed in particolare la velocità reale del flusso risultata, in base alle prove di pompaggio e con traccianti, nell'ordine dei 700 m/anno.;
- caratteri chimico-fisici degli inquinanti con riferimento alla particolare solubilità in acqua, alla densità e al coefficiente di ripartizione (K_{ow}). In particolare quest'ultimo parametro, fortemente condizionante il coefficiente di ritardo di ciascuna sostanza, è di difficile applicabilità per la carenza di dati reali disponibili in bibliografia. Per tale motivo è stato considerato in maniera qualitativa.
- ubicazione nel territorio dei pozzi campionati ed analizzati.

Gli elementi che sembrano condizionare in maniera determinante la distribuzione degli inquinanti, sono i seguenti:

- direzione di flusso della falda;
- presenza di paleo-alvei sepolti con funzione limitante alla diffusione laterale dei solventi clorurati, in particolare delle fasi più concentrate.

Sono in fase di attuazione, a completamento dello studio, indagini per la ricerca degli inquinanti nel mezzo non saturo nei pressi di aziende indiziate.

2.5 Evoluzione dell'inquinamento nel tempo

La ricostruzione storica della contaminazione delle acque di falda è stata possibile a partire dal grande numero di referti analitici a disposizione, con cui si è potuto ricostruire il fenomeno di inquinamento dalla fine degli anni '70.

La elaborazione di questi parametri mediante grafici (tempo/concentrazioni) semilogaritmici ha permesso di definire la dinamica dei fenomeni, discriminando inquinamenti diversi causati da ingressioni diverse per tempo e luogo.

I grafici delle Fig. 4-6 riportano l'andamento della concentrazione dei solventi clorurati per un periodo di circa 15 anni (1978-1993) relativi ai pozzi 0/3, 2, 5 di Agrate B., ubicati lungo l'asse della paleo valle orientale (Fig. 10), caratterizzati dallo stesso tipo di inquinamento (Cloroformio, Tricloroetilene). È evidente l'analogia delle curve caratteristiche di ogni inquinante considerato, con migrazione temporale del picco di concentrazione secondo la direzione di flusso. A confronto si riporta in Fig. 7 il grafico relativo al pozzo 32/6 inquinato da una diversa fonte.

A partire dal 1989 nell'ambito del piano di bonifica sono stati perforati 55 pozzi di controllo della qualità della falda libera che hanno permesso la ricostruzione areale dell'andamento dei pennacchi di inquinamento che vengono riportati, per il solo cloroformio, nelle Fig. 8-10 relativi agli anni 1990, 1991, 1992.

L'analisi di queste carte e dei grafici degli andamenti delle concentrazioni dei solventi rispetto al tempo, ha permesso la valutazione qualitativa della velocità degli inquinanti in falda risultata nell'ordine di 300 m anno per il cloroformio (circa metà della velocità di flusso delle acque sotterranee della prima falda).

La comparazione delle carte annuali delle isocone ha permesso di definire:

- le situazioni di inquinamento regresse, non più alimentate, visualizzate da una diminuzione delle concentrazioni e dell'ampiezza delle isocone relative alle concentrazioni maggiori;
- la presenza di fonti di alimentazione continue, probabilmente dovute a sversamenti non recenti, che hanno determinato condizioni di ristagno in falda e nei terreni con continuo e lento rilascio di inquinante (pozzo 70/13 di Agrate);
- due nuove ingressioni (1993) in aree fino ad oggi prive di inquinanti di cui sono indiziate alcuni insediamenti industriali;
- la circoscrizione dei centri di immissione degli inquinanti: in particolare, oltre alle ditte già individuate, che stanno sostenendo gli oneri della bonifica delle falde e dei terreni, si presume che nell'area meridionale del Comune di Vimercate siano presenti altri punti di immissione attivi negli ultimi 4 anni, posizionati lungo lo stesso asse di deflusso i cui effetti tendono a sovrapporsi.
- gli effetti della bonifica dei terreni e della falda in atto in uno stabilimento chimico a S di Vimercate, responsabile di gran parte dell'inquinamento dei pozzi pubblici di Agrate Brianza. L'azione di strippaggio dei gas interstiziali nei terreni e l'ubicazione di un pozzo di sbarramento, ha prodotto lo scollamento del pennacchio della paleo valle orientale dall'originale punto di alimentazione (cfr paragrafo 5).

L'inquinamento areale tende a diminuire di intensità pur rimanendo attivi alcuni centri di immissione o alimentazione per i quali sono necessari ulteriori approfondimenti.

2.6 Risanamento della falda e bonifica dei terreni

L'analisi dei fenomeni ha portato alla circoscrizione di quattro fasce principali di inquinamento con 12 aree di diffusione particolari, riconducibili ad altrettanti punti di immissione degli inquinanti.

Le indagini effettuate su un totale di 330 aziende, discriminate in base alle materie prime utilizzate e ai processi produttivi, hanno portato all'individuazione di 15 aziende che per posizione geografica ed evoluzione storica delle attività, possono essere responsabili di inquinamenti.

Di seguito vengono descritti gli interventi di risanamento già avviati presso tre aziende.

CASO A

Due punti di immissione sono stati individuati nell'area di una azienda elettronica in comune di Vimercate, in corrispondenza dell'ex reparto galvanico e dell'ex deposito solventi.

L'azienda è in possesso di due pozzi captanti la falda libera superficiale (soggiacenza misurata di 20 m - 1993) e le falde semiconfinata e confinata.

Per l'individuazione e la delimitazione dei punti di immissione sono stati effettuati, all'interno dell'area aziendale, 5 pozzi di controllo analitico e piezometrico, 128 sondaggi esplorativi nel terreno non saturo (con 122 analisi cromatografiche su terreni e aria estratta) e 226 misurazioni semiquantitative sui gas interstiziali (1990 - 1992).

Nel primo punto di immissione sono state rilevate nel gas interstiziale dei terreni soprafalda concentrazioni pari a 1180 mg/m^3 di tricloroetilene e 31 mg/m^3 di metilcloroformio. Nel secondo focolaio sono state rilevate concentrazioni pari a 53 mg/m^3 di metilcloroformio e 18 mg/m^3 di tricloroetilene. È stata riscontrata inoltre, su tutta l'area dello stabilimento, una contaminazione di sottofondo di solventi organoalogenati totali con concentrazioni di $1-2 \text{ mg/m}^3$.

Nei terreni in corrispondenza dei serbatoi della centrale termica, era presente un inquinamento da prodotti petroliferi pari 7476 mg/Kg .

Allo scopo di isolare le falde, onde impedire la miscelazione dell'acquifero superficiale con quello più profondo, in un pozzo è stato cementato il tratto fenestrato corrispondente alla seconda falda e nell'altro è stato posizionato un packer. Ciò ha permesso di utilizzare il pozzo ubicato idrogeologicamente a valle del centro di immissione per lo sbarramento degli inquinanti.

Sono quindi stati realizzati ed equipaggiati due pozzi di aspirazione del gas interstiziale al centro dei focolai individuati.

Durante lo strippaggio le concentrazioni dei solventi estratti sono diminuite sensibilmente passando nel primo pozzo da 1180 mg/m^3 di tricloroetilene e 31 mg/m^3 di metilcloroformio a, rispettivamente, $1,6 \text{ mg/m}^3$ e $5,5 \text{ mg/m}^3$ (tasso di estrazione pari a $8,7 \text{ Kg/anno}$), nel secondo pozzo da 53 mg/m^3 di metilcloroformio e 18 mg/m^3 di tricloroetilene a $0,27 \text{ mg/m}^3$ di metilcloroformio e $1,4 \text{ mg/m}^3$ di tricloroetilene (tasso di estrazione pari a $1,7 \text{ Kg/anno}$).

Le basse concentrazioni riscontrate nei terreni hanno fatto ritenere, al competente Organo Regionale, risolta la bonifica.

CASO B

Si tratta della bonifica dell'inquinamento individuato nei terreni di una industria chimico-farmaceutica situata a S del territorio comunale di Vimercate.

Il punto di infiltrazione è in corrispondenza di una vasca in cemento interrata utilizzata come raccolta di acque madri da smaltire come rifiuto.

La soggiacenza della falda misurata nel pozzo dell'azienda è di 15 m.

Le concentrazioni accertate di solventi nelle acque di falda in uno dei 7 pozzi di controllo appositamente realizzati in prossimità del punto di sversamento raggiungevano prima dell'intervento 1.034.000 µg/l di idrocarburi clorurati (Cloroformio), 460.000 µg/l di idrocarburi aromatici (Toluene) e 57.800 µg/l di Dimetilformammide (DMF).

La prima operazione realizzata, finalizzata alla messa in sicurezza e bonifica della falda, è stata la perforazione e messa in esercizio di un pozzo di sbarramento ubicato immediatamente a S, in direzione di flusso, dell'insediamento e di due pozzi di risanamento della falda posti idrologicamente più a valle lungo il pennacchio di inquinamento.

Le concentrazioni nel primo pozzo di sbarramento all'inizio del pompaggio risultavano pari a 63.900 µg/l di solventi clorurati e 62.600 µg/l di solventi aromatici, e 16.000 µg/l di DMF (Fig. 11).

A completamento delle operazioni di risanamento della falda è stata effettuata la bonifica dei terreni non saturi finalizzata all'interruzione dell'afflusso di inquinanti.

Per dimensionare l'intervento sono stati realizzati 17 pozzetti DN 28 per la determinazione delle sostanze volatili contenute nel gas interstiziale.

Sono stati quindi perforati, equipaggiati con pompe a depressione e messi in esercizio due pozzi di strippaggio.

L'intervento di bonifica del terreno soprafalda è iniziato con una portata complessiva di aria estratta variabile tra i 500 e i 680 m³/h ed ha avuto la seguente evoluzione (Fig. 12):

- Tassi di estrazione iniziale pari a 11.000 g/h di idrocarburi aromatici (principalmente toluene) e a 3.500 g/h di idrocarburi clorurati (principalmente cloroformio);
- Tassi di estrazione dopo 3 mesi di esercizio 2.700 g/h di idrocarburi aromatici, e a 1.300 g/h di idrocarburi clorurati;
- Tassi di estrazione dopo 9 mesi di esercizio pari a 2,2 g/h di idrocarburi clorurati, risultando analiticamente assenti gli idrocarburi aromatici.

Nei 9 mesi di funzionamento dell'impianto sono state estratte circa 12 tonnellate di solventi totali.

Rispetto alle concentrazioni iniziali, i contenuti di idrocarburi clorurati volatili e di idrocarburi aromatici nel gas interstiziale si sono ridotti rispettivamente del 95% e del 99.7%.
Per ulteriore verifica dell'efficacia dell'intervento sono stati raccolti campioni di terreno a diverse profondità (fino alla superficie di falda). Le analisi chimiche relative hanno permesso di evidenziare riduzioni delle concentrazioni maggiori del 95%.

Con la messa a regime del sistema combinato di strippaggio e pompaggio delle acque i tassi di concentrazione degli inquinanti in falda, misurati in corrispondenza del pozzo di sbarramento e

dei 2 pozzi di risanamento, sono scesi, dopo circa 3 anni, a livelli inferiori a 10 µg/l, quindi ampiamente al di sotto del limite di potabilità (30 µg/l DPR 236 24/5/88) (Fig. 13)

I valori delle concentrazioni che si riscontrano nei pozzi più a S in territorio di Agrate B. sono in costante diminuzione (Fig. 8-9-10 e 2), a dimostrazione dell'avvio a completa soluzione del fenomeno.

CASO C

Il terzo caso trattato si riferisce alla bonifica dell'inquinamento nei pressi di una ditta di stoccaggio e lavorazione di solventi clorurati e aromatici ubicata a SW del territorio comunale di Agrate Brianza.

Il nucleo di inquinamento è situato in prossimità dei serbatoi di stoccaggio interrati.

La soggiacenza della falda, al momento dell'inizio della bonifica (1992) era di circa 25.5 m dal p.c.

La fase di indagine per la delimitazione areale dell'inquinamento è stata realizzata tramite 35 sondaggi esplorativi DN 28(1991-1993)

Le concentrazioni misurate dei solventi clorurati totali e dei solventi aromatici nel gas interstiziale del terreno non saturo variavano rispettivamente da 270.000 a 14.700.000 µg/m³ e da 100.000 a 6.700.000 µg/m³ (11/1991).

La fase di bonifica è consistita nella realizzazione, equipaggiamento e messa in funzione di 4 pozzi DN 300 per il campionamento dei terreni fino al piano di falda e lo strippaggio (1993).

Sono stati inoltre realizzati 7 pozzetti a piccolo diametro per la verifica del raggio di influenza durante le fasi di aspirazione dei gas interstiziali.

Le analisi condotte su campioni di acqua di falda prima della bonifica hanno rivelato la presenza di idrocarburi clorurati totali per un massimo di 7.150 µg/l (1993).

L'aspirazione dei gas interstiziali, che porta all'estrazione di oltre 2 Kg/h di idrocarburi totali, è tuttora in fase di attuazione.

3 COMMENTO E CONCLUSIONI

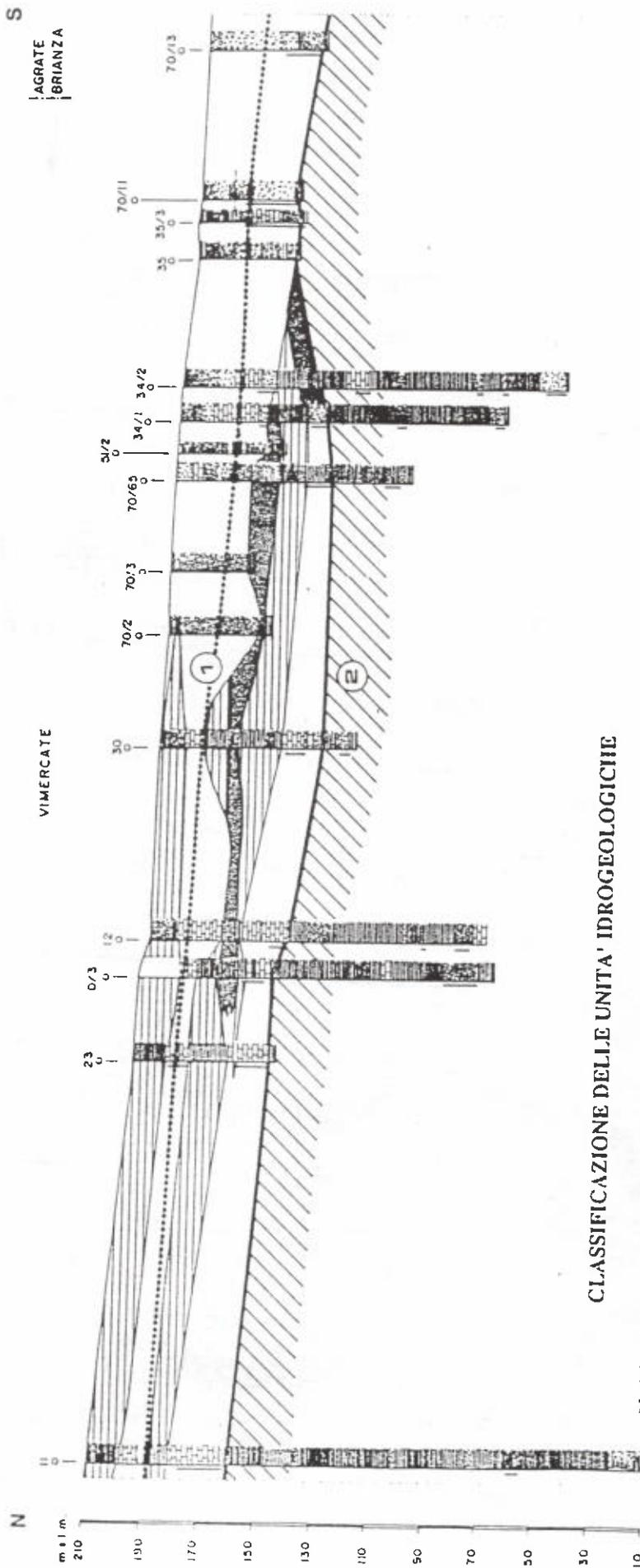
Il metodo adottato nella fase preliminare per l'individuazione delle fasce di inquinamento e in quella della circoscrizione dei focolai, ha consentito la progettazione di interventi di bonifica dei terreni e della falda con l'applicazione di metodi e tecnologie innovative per il contesto italiano.

Nei casi trattati, le bonifiche hanno portato alla soluzione dei problemi di inquinamento nell'arco massimo di tre anni, e alla messa a punto di una capillare rete di controllo e monitoraggio in grado di evidenziare contaminazioni che sfuggirebbero a una rete convenzionale.

Le tecniche attuate (integrazione di strippaggio, pozzi di sbarramento e di risanamento) hanno permesso inoltre le bonifiche senza comportare alcuna demolizione o asportazione di terreni contaminati.

L'aver applicato una metodologia rigorosa ha consentito chiarezza di rapporti tra le

amministrazioni locali, riducendo i tempi burocratici e le possibilità di contenziosi.
I costi per la Pubblica Amministrazione sono risultati praticamente nulli, poiché, in ossequio a quanto previsto dalla L.R. 62/85, gli oneri relativi agli studi preliminari, alla bonifica e al controllo sono stati interamente addebitati al responsabile dell'inquinamento.



CLASSIFICAZIONE DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE

Unità delle ghiaie e sabbie: ghiaie e sabbie poligeniche localmente cementate stratigraficamente corrispondenti al Ceppo dell'Adda; è sede della falda superficiale; nella parte settentrionale dell'area è presente un corpo argilloso lenticolare, spesso fino ad una ventina di metri, che suddivide l'unità in due distinti orizzonti permeabili, condizionando le modalità di circolazione dell'acqua e degli inquinanti idroveicolati
Ambiente di sedimentazione: fluviale

*argille e ghiaie argillose
 permeabilità nulla*

*limi e sabbie limose
 permeabilità bassa*

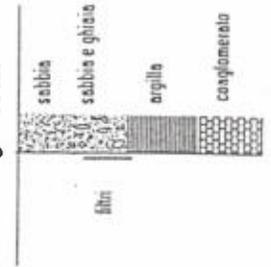
*sabbie, ghiaie e conglomerati
 permeabilità elevata*

Unità delle alternanze: alternanze plurimetriche di ghiaie e sabbie, talvolta cementate, e limi ed argille: al tetto è presente un orizzonte limoso giallastro, generalmente riconoscibile in tutte le stratigrafie. Nell'ambito dell'unità, soprattutto nella parte inferiore, sono frequenti i livelli di torbe e di ghiaie con resti di organismi tipici di acque salmastre. È sede di falde idriche confinate
Ambiente di sedimentazione: transizionale tra piana alluvionale e marino

..... Livello statico (Marzo 1993)

— Limite fra unità

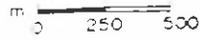
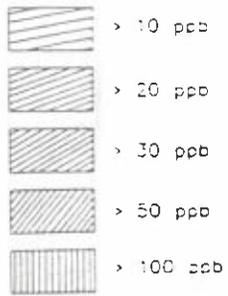
5 pozzo e numero d'ordine



m 0 200 400

Sezione geologica Fig. 1

AREE DI SOCCONCENTRAZIONE DEL CLOROFORMIO



-  Linee piezometriche (Aprile 1993)
-  Attività produttive di interesse di fini dell'indagine
-  Limite meridionale della falda semiconfinata
-  Limiti comunali
-  Traccia della sezione geologica

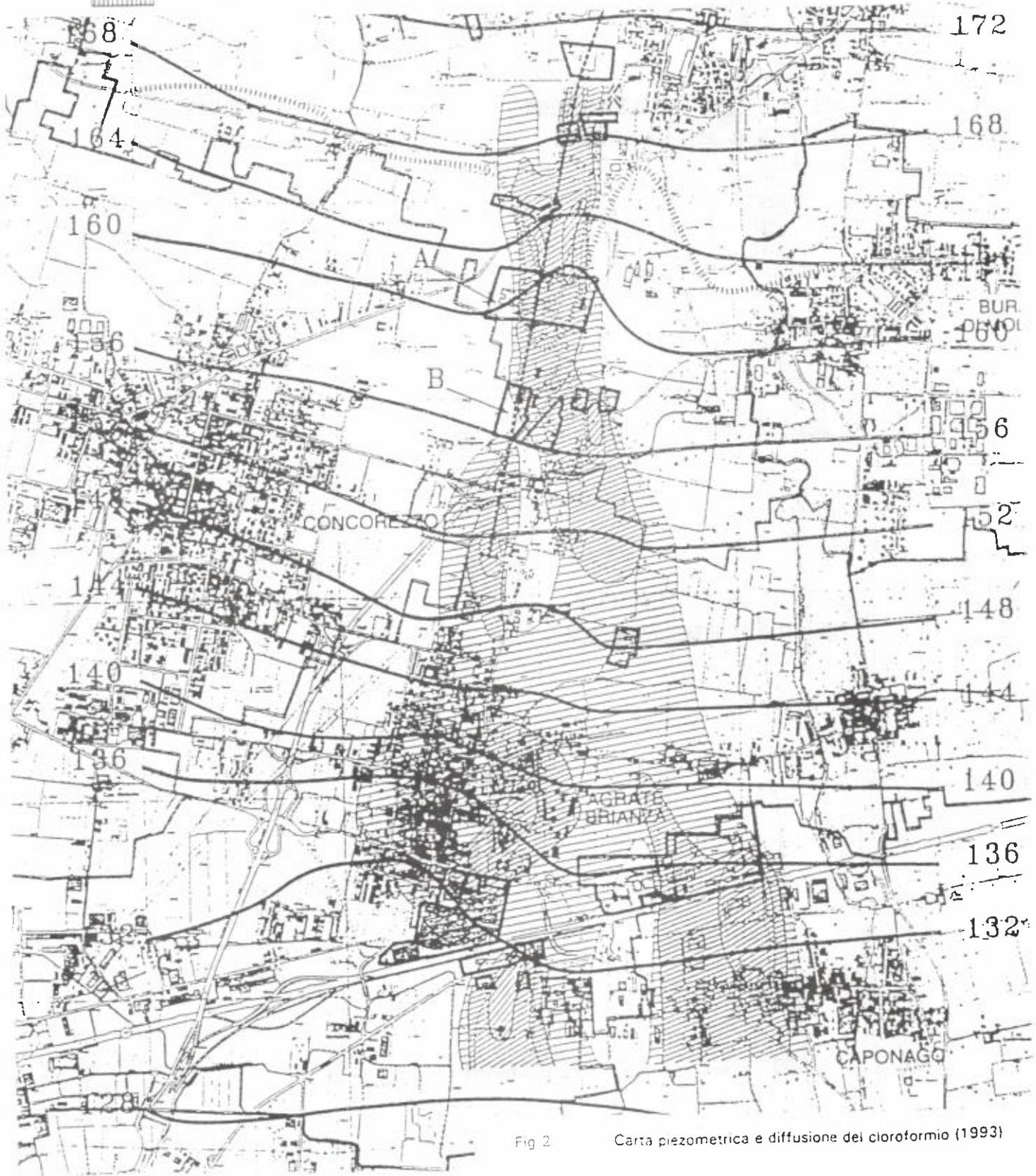


Fig 2

Carta piezometrica e diffusione del cloroformio (1993)

AREE DI ISOCONCENTRAZIONE DEL
TOTALE DEI SOLVENTI CLORURATI

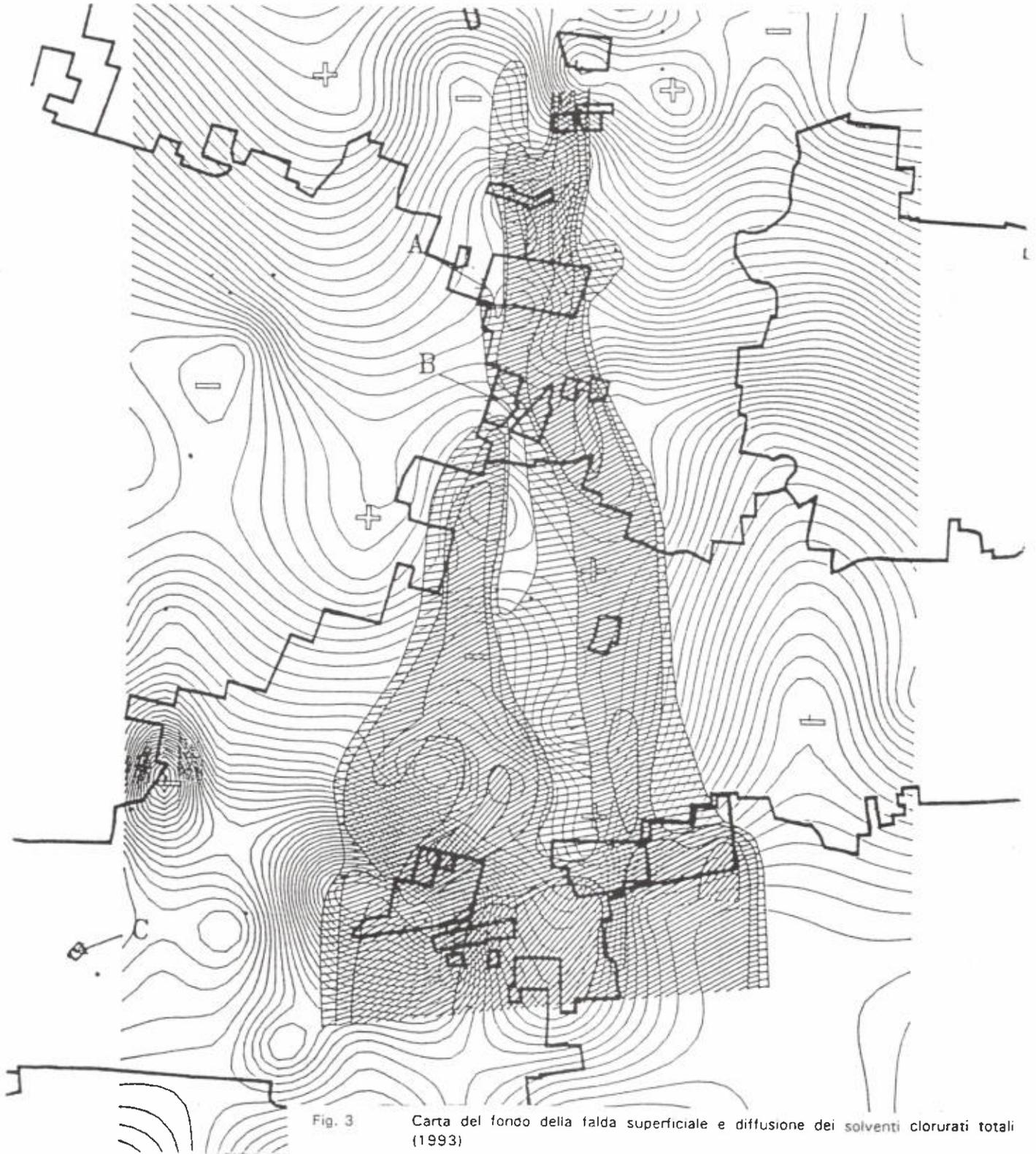
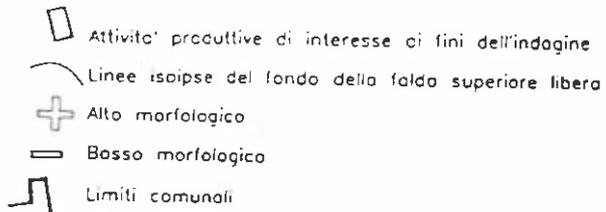
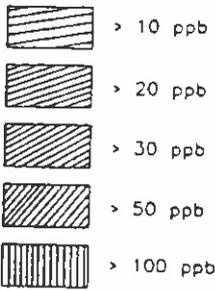
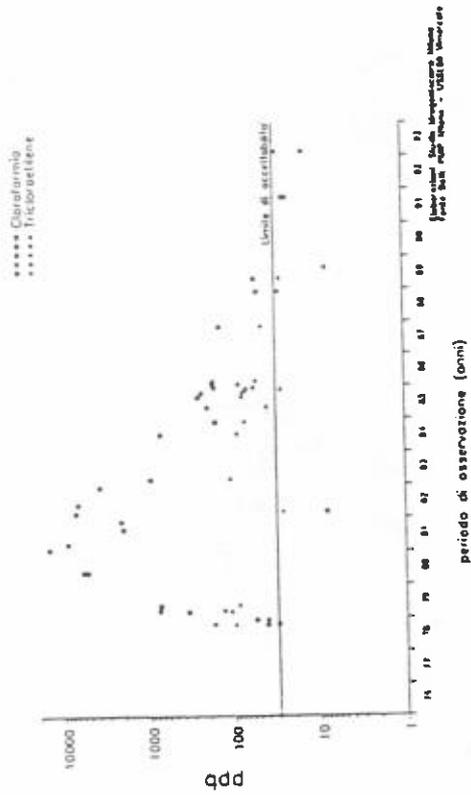


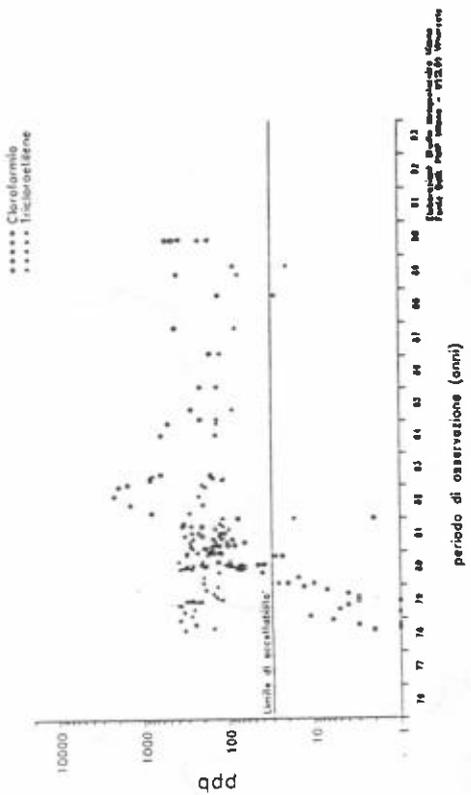
Fig. 3

Carta del fondo della falda superficiale e diffusione dei solventi clorurati totali (1993)

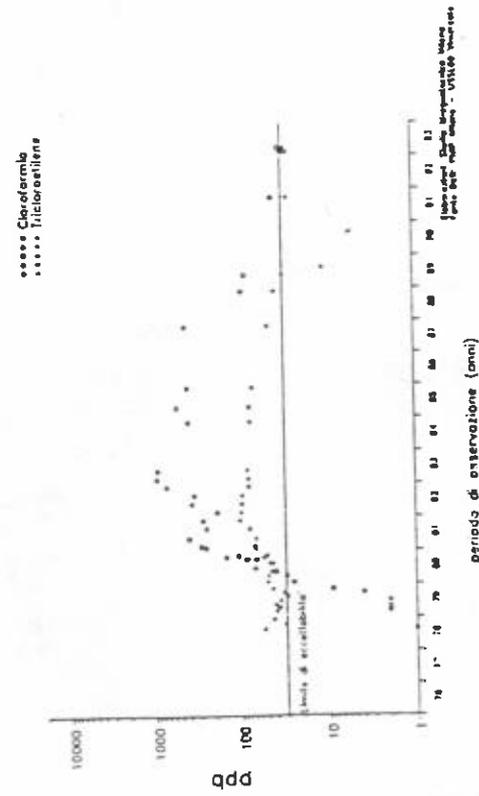
U.S.S.I.60 Vimercate - Bonifica delle falde idriche
 Area di intervento: Agrate Brianza - Vimercate
POZZO 0/3 AGRATE BRIANZA



U.S.S.I.60 Vimercate - Bonifica delle falde idriche
 Area di intervento: Agrate Brianza - Vimercate
POZZO 5 AGRATE BRIANZA



U.S.S.I.60 Vimercate - Bonifica delle falde idriche
 Area di intervento: Agrate Brianza - Vimercate
POZZO 2 AGRATE BRIANZA



U.S.S.I.60 Vimercate - Bonifica delle falde idriche
 Area di intervento: Agrate Brianza - Vimercate
POZZO 32/6 AGRATE BRIANZA

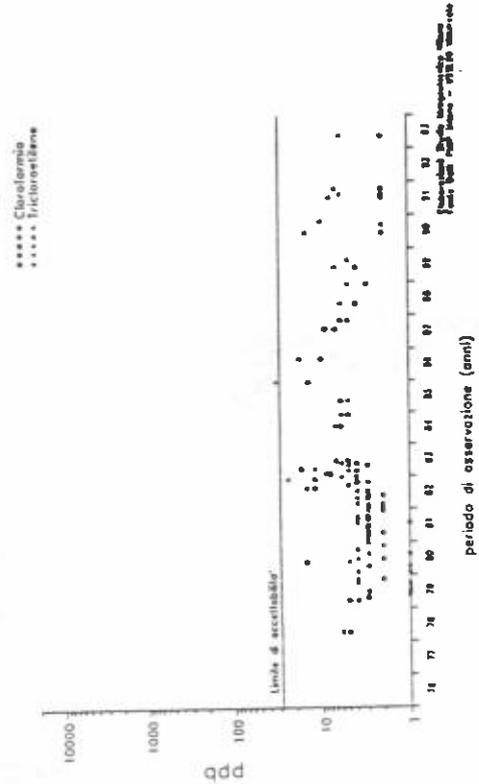
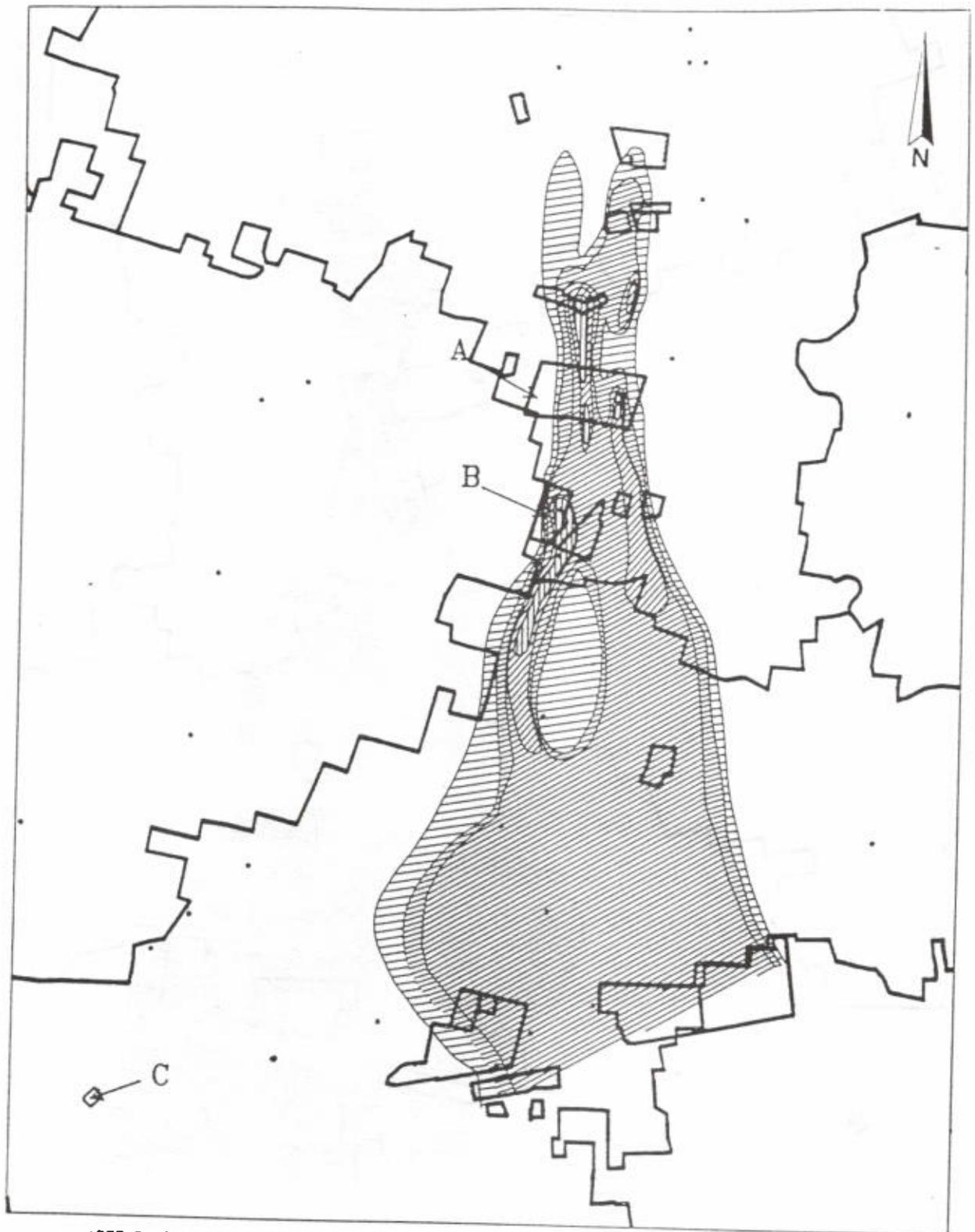


Fig. 4 + 7 Andamento della concentrazione del cloroformo e del tricloroetilene nell'acqua della falda superficiale



AREE DI ISOCONCENTRAZIONE DEL CLOROFORMIO

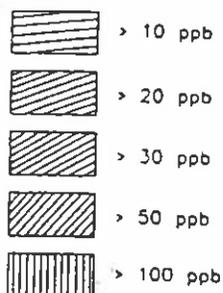
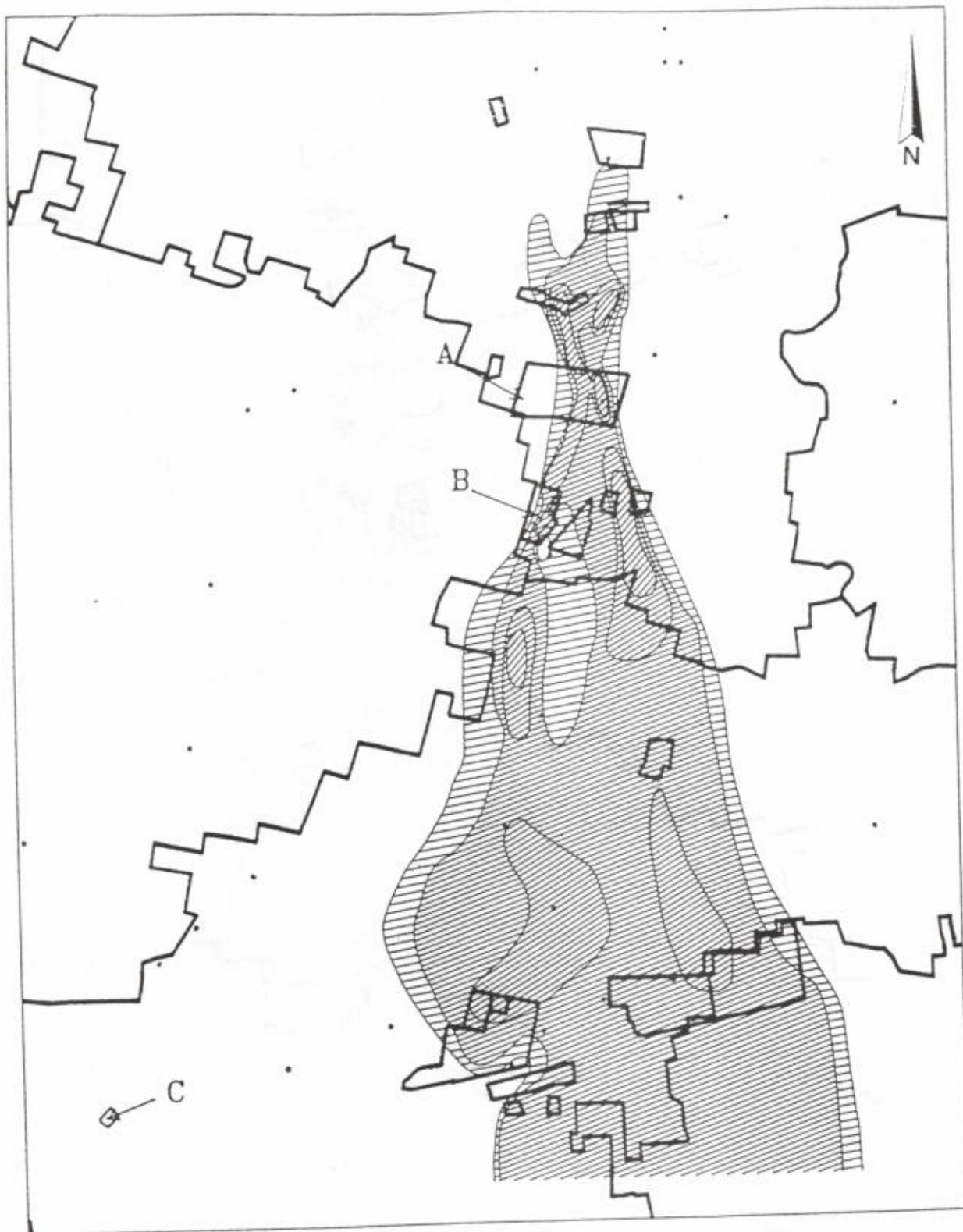


Fig. 8 Diffusione del cloroformio (1990)



AREE DI ISOCONCENTRAZIONE DEL CLOROFORMIO

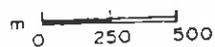
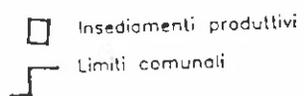
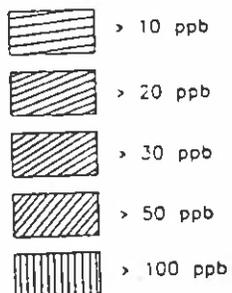
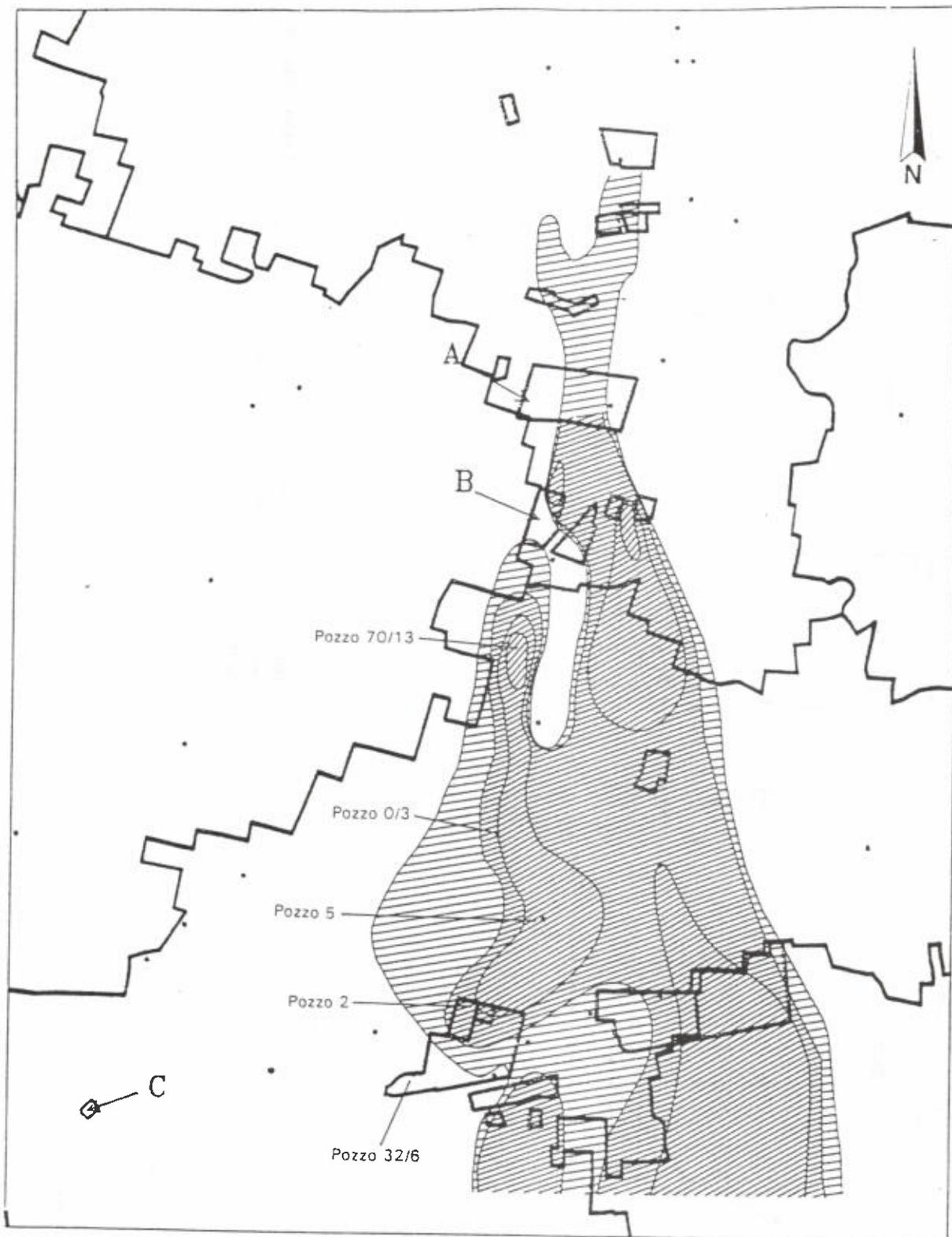


Fig. 9 Diffusione del cloroformio (1991)



AREE DI ISOCONCENTRAZIONE DEL CLOROFORMIO

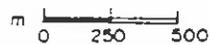
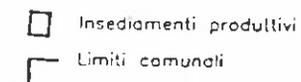
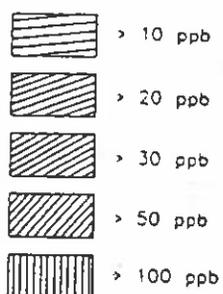
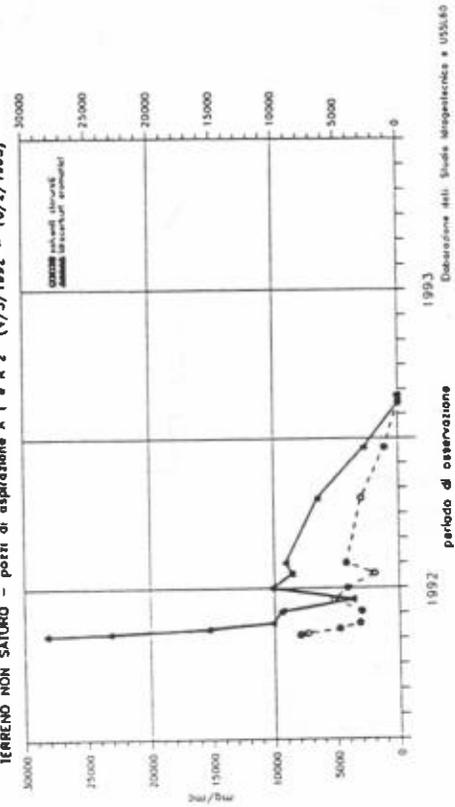
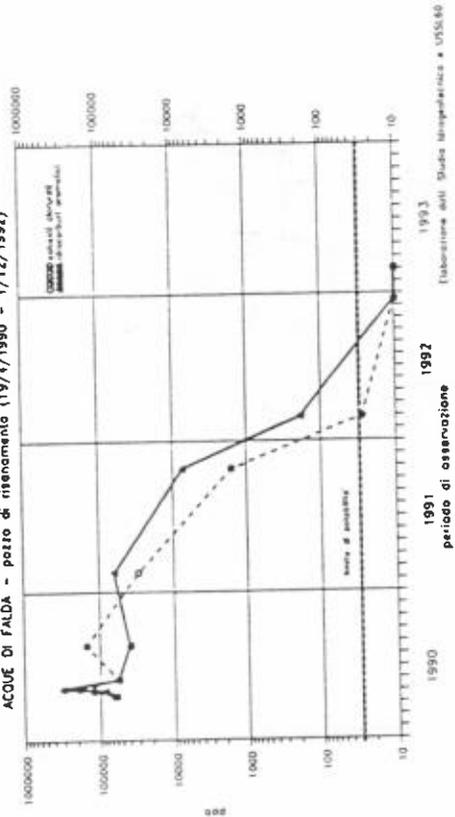


Fig. 10 Diffusione del cloroformio (1992)

ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DI IDROCARBURI AROMATICI E CLORURATI
 TERRENO NON SATURO - pozzi di aspirazione A 1 e A 2 (4/5/1992 - 16/2/1993)



ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DI IDROCARBURI AROMATICI E CLORURATI
 ACQUE DI FALDA - pozzo di riserimento (19/4/1990 - 1/12/1992)



QUANTITÀ DI IDROCARBURI AROMATICI E CLORURATI ESTRATTE - CURVA CUMULATIVA
 TERRENO NON SATURO - pozzi di aspirazione A 1 e A 2 (4/5/1992 - 29/7/1992)

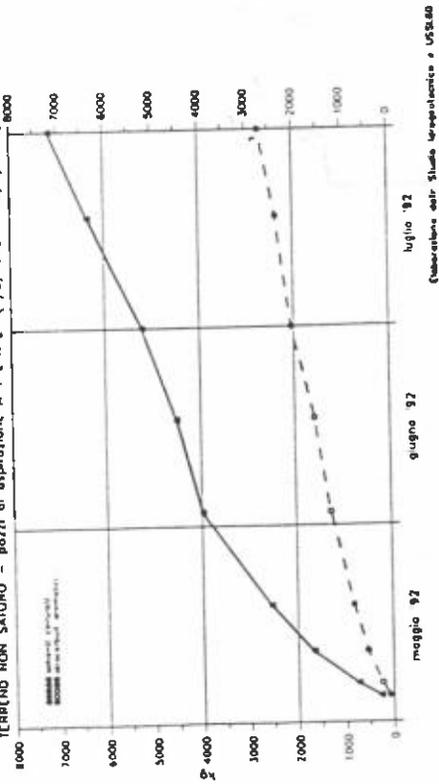


Fig. 11 + 13 Andamento delle concentrazioni di idrocarburi durante la bonifica della falda e dei terreni; curva cumulativa dei solventi estratti (Caso B - c.f.p.2.6)

TAVOLA ROTONDA

MODERATORE: ... poco produttivo perché si tratta di imparare, di muoversi in questo campo difficilissimo dell'inquinamento per portare avanti dei programmi produttivi, dei programmi che portino effettivamente alla bonifica delle falde, al recupero della raccolta delle acque. Credo che l'Assessore Arzuffi possa confermare se quello che penso sia giusto, eventualmente aggiungere qualche cosa su questo argomento.

ASSESSORE ARZUFFI: Direi di sì. La Provincia di Milano che, come sapete, ha organizzato questo convegno, nel momento in cui ha voluto affrontare il problema delle falde, che era uno dei tre principali ambiti di intervento in quanto i compiti della Provincia riguardano aria, acqua e territorio, in particolare il problema dei rifiuti, specialmente in questo momento, si è trovata a fare i conti soprattutto con la propria organizzazione interna e quindi, la Provincia di Milano stessa si è dotata di unità operative che affrontano il problema della falda, in grado ovviamente di dialogare con il mondo universitario, con il mondo dell'imprenditoria privata e, ovviamente, con gli altri Enti istituzionali. C'erano delle precise competenze, competenze che derivavano dalla legge 142 che dà delle specifiche attribuzioni di competenze alle Province in campo ambientale e anche di coordinamento delle singole realtà locali, visto che ad avere a che fare con gli inquinamenti spesso sono i Comuni che non hanno quelle risorse e neanche quegli scopi istituzionali tali da affrontare il problema dell'inquinamento, ecco che la Provincia di Milano doveva necessariamente proporsi come interlocutore primario delle altre realtà istituzionali, anche dei soggetti di cui parlavo prima, appunto per il problema del disinquinamento delle falde.

Esiste poi un'altra attribuzione di competenze non indifferente che deriva dal DL 274 che comunque evolverà, ci vedrà direttamente coinvolti nella gestione dei controlli, quindi appunto in questo caso nei controlli delle falde. C'è poi l'agenzia regionale o agenzia provinciale o agenzia regionale divisa per dipartimenti territoriali e quindi provinciali che dovrà, per forza di cose, vedere la Provincia di Milano come interlocutore primario della Regione, degli altri Enti che si occuperanno di far funzionare queste agenzie. Da qui la necessità certa di rinnovare il nostro Ente, in particolare quelle unità operative che si occupavano di affrontare questi problemi così complessi e la complessità di questi argomenti è emersa oggi dal dibattito che c'è stato, molti giornalisti addirittura mi hanno detto: "ma come è complicato questo argomento delle falde, non ci capiamo nulla" e questa è la testimonianza del fatto che il problema delle falde non possa essere affrontato tanto a livello manageriale o politico, quanto a livello scientifico e quindi con la collaborazione in particolare dell'Università.

Noi affrontiamo il problema su due livelli, abbiamo riorganizzato questa unità operativa. Abbiamo il primo livello che è quello dei dati, sui dati ci sono da fare molti ragionamenti. La Provincia di Milano ha già avuto a che fare con il problema della gestione dei dati, con le centraline automatiche di rilevamento dell'inquinamento atmosferico. Primo punto la banca dati falda che è, consentitemelo, il fiore all'occhiello della nostra Provincia, almeno dell'ecologia e questa banca dati falda oggi ha dei grossi problemi, problemi di comunicazione a livello istituzionale. Quindi, anche qui, c'erano dei problemi da risolvere. Ci sono in parte tuttora. Quindi problemi di comunicazione con i presidi multizonali di igiene e prevenzione, recentemente abbiamo scoperto con grande sorpresa che i dati che ci arrivavano erano solo un sesto di quelli che effettivamente dovevano arrivare e quindi questo problema, problemi di comunicazione con il Comune di Milano, problemi che oggi - da colloqui informali che abbiamo avuto - sembra possano essere facilmente risolti. Comunque problemi per quanto riguarda la distribuzione dei dati di questa cosa fondamentale che è la banca dati falda.

Abbiamo informatizzato, come ha ricordato nell'intervento il Dr. Rosti, anche le stratigrafie, che è stato un lavoro non indifferente e abbiamo inaugurato questa rete di rilevamento dell'inquinamento con queste sonde installate sui pozzi che, attraverso il rilevamento del grado di conducibilità elettriche, ci danno immediatamente un riscontro della qualità delle acque. Questo è un altro argomento su cui noi puntiamo molto perché qui vuol dire prevenzione,

prevenire e intervenire prima che l'inquinamento rappresenti quel nodo che non è più possibile sciogliere come in altri casi.

Poi c'è il punto del risanamento. La riorganizzazione, ovviamente, non poteva dimenticare il punto di risanamento delle falde. Un argomento, come dicevo, ostico, molto difficile da trattare e non potevamo fare altro che cercare una collaborazione, non partire con il piede sbagliato e cercare subito una collaborazione il mondo dei professionisti, delle aziende, ma cercare una collaborazione, come è giusto che sia, a livello universitario, quindi con il Politecnico da una parte - il Prof. Francani è qui per questo motivo - e dall'altra parte con la Statale di Milano, per la parte che riguarda l'approccio biologico al problema del disinquinamento, specialmente per idrocarburi e per la biorimediazione.

Dialogo con l'Università, dialogo con gli altri Enti pubblici, PMP, Comuni, Provincie e Regione, ognuno per la propria specifica competenza ed infine, la cosa più importante, dialogo con le aziende.

Io dico che solo un amministratore miope potrebbe non accorgersi della presenza di due fattori determinanti in provincia di Milano per la formulazione di specifici indirizzi di politica ambientale. Lo stato di inquinamento della nostra provincia, che questa volta non gioca negativamente, ma positivamente, se vediamo la nostra provincia come una sorta di laboratorio, di palestra per il risanamento ambientale. Qui abbiamo inquinamenti di tutti i generi, lo hanno ricordato gli interventi di oggi, per cui quale provincia meglio della provincia di Milano può rappresentare una vera e propria palestra per chi vuole disinquinare? E poi ovviamente la nota capacità imprenditoriale milanese che può coniugare questo problema con la risoluzione effettiva dei problemi. La capacità imprenditoriale milanese che, paradossalmente, in passato ha giocato a sfavore e che in futuro potrà giocare invece favorevolmente al processo di disinquinamento, proprio rappresentando un valido interlocutore per l'Ente pubblico e per l'Università nel campo di applicazione delle tecnologie. Proprio per questo questa giornata di lavoro voleva essere un momento di confronto tra i diversi livelli istituzionali, mondo universitario ed imprese.

Come affrontare il problema del risanamento? Oggi di ipotesi ne sono state formulate tante. Un punto su cui varrebbe la pena di ragionare forse è quello delle indagini tempestive. Noi ci siamo accorti che un punto debole delle Provincie, degli Enti che vogliono disinquinare è quello della capacità di fare analisi in tempi rapidissimi. Ci sono dei grossi problemi di comunicazione accentuati dal decreto legge 274 con l'ambito sanitario e la nostra Provincia, a proposito di riorganizzazione, ha già previsto l'acquisto di mezzi mobili per eseguire fisicamente le analisi. E questo può essere molto interessante, può essere applicato su larga scala per quanto riguarda le altre Provincie, perché non è necessario attivare una struttura come il PMP, strutture che hanno ovviamente dei costi. Delle analisi che danno delle indicazioni sul come e dove individuare un focolaio di inquinamento possono essere fatte senza problemi da mezzi mobili gestiti direttamente dalla Provincia.

Sull'aspetto del risanamento. Anche qui abbiamo dato un'impronta molto particolare all'approccio della Provincia al piano regionale di risanamento delle acque. Qui si potrebbe ricollegare il discorso all'inquinamento più diffuso e meno rimediabile che è quello dei nitrati. La nostra Provincia, anche in questo caso, si è mossa in funzione di questo piano regionale di risanamento delle acque seguendo una precisa filosofia che è quella del "fai da te", quindi abbiamo evitato il ricorso ai soliti studi, consulenti ecc. li abbiamo ridotti il più possibile, abbiamo speso - e qui non voglio sbrodolarmi addosso - la metà, ma questi sono dati, di quello che hanno speso le altre Provincie lombarde e siamo riusciti a redigere questo piano di disinquinamento che la Regione - e poi l'intervento di Carlo Monguzzi lo confermerà - farà proprio per disinquinare e tratterà il settore acquedotti, fognature, collettamento e depurazione e fornirà anche necessariamente, sotto l'aspetto della prevenzione, una risposta per quanto riguarda il problema dei nitrati.

Per gli altri tipi di inquinamento invece abbiamo deciso di riorganizzarci seguendo una strategia precisa che è quella dell'intervento innovativo. Visti gli scarsi risultati, non lo nego, che gli Enti (non solo la nostra Provincia) le altre Provincie hanno conseguito negli anni scorsi - è inutile che lo stia a ricordare o che lo neghi - abbiamo deciso di scavalcare tutti quegli orpelli e quelle procedure che hanno rallentato i processi di disinquinamento degli anni scorsi, puntando direttamente alle tecnologie innovative.

Posso riportare, probabilmente sarà stato ricordato oggi, il caso Chromium Plating di Brugherio, su cui stiamo intervenendo. Qui abbiamo intrapreso la strada della collaborazione con l'Università, con la facoltà di trasporto e movimentazione del Politecnico di Milano.

Per un altro inquinamento nella zona di Vimercate, oggi è stato portato questo esempio, abbiamo intrapreso la strada della collaborazione con un'altra facoltà universitaria per la biorimediazione ed è garantito che se la biorimediazione darà dei risultati nell'USL 60 di Vimercate, necessariamente verrà esteso come processo di disinquinamento anche al polo chimico di Rho-Pero, visto che oggi più di un politico, in altre istituzioni, ha dichiarato che per l'inquinamento di Rho-Pero non c'è nulla da fare, oppure ci vorranno degli anni o bisognerà creare una vasca profonda 14 metri e cose di questo genere. Oggi esistono delle tecnologie che si possono applicare e non vedo perché, se la biorimediazione darà dei risultati a Vimercate, dove la stiamo applicando, non possa essere trasferita sul polo chimico di Rho-Pero. Quindi per gli idrocarburi sicuramente una strada che si apre è questa. Poi c'è un altro argomento che ha influito sicuramente sul nostro processo riorganizzativo, che è la collaborazione con la sanità, questo nodo che si è posto più volte. Al di là del DL 274 di agosto, io credo che sia ampiamente dimostrato che si possa uscire da quei moduli operativi che hanno fatto fallire da una parte i controlli ambientali, dall'altra il risanamento e che hanno caratterizzato nello specifico problema delle falde gli interventi degli anni '80 o con un'applicazione ottusa della legge 62, quindi "partiamo da Canicatti per trovare un inquinamento a Cesano Maderno" o con la creazione di questi megagrappi di lavoro presso l'Assessorato regionale alla sanità che in tanti anni sono solo riusciti a produrre nuove escavazioni di pozzi, senza alcun progetto di risanamento.

Secondo me la formulazione di progetti sotto la diretta supervisione della Provincia in collaborazione - e qui superiamo il problema sanitario - con le USL è la strada da intraprendere in futuro indipendentemente dalla nuova legge, nell'interesse proprio della collettività.

Quindi, iniziative mirate, innovative che vertano sulla eliminazione dell'inquinamento ancora prima che sulla individuazione del responsabile dell'inquinamento. In passato, purtroppo, era più importante l'inquinatore dell'inquinamento e i risultati che abbiamo ottenuto sono quelli che possiamo vedere. In molti casi - potrei benissimo citarne alcuni - sappiamo benissimo chi inquina e, ripoeto, non c'è bisogno di partire da Roma per arrivare a un inquinamento a Rho o a Cesano Maderno.

Un altro versante di cui ci stiamo occupando, molto importante, oggi è emerso più volte, è quello della quantità delle acque, visto che lo studio che è stato presentato oggi ha rivelato dati allarmanti. Si parla di più di cinque metri nel Nord di Milano. Qui la via di uscita la indichiamo nel piano regionale di risanamento delle acque, quindi questo diventerà un vero e proprio cavallo di battaglia dell'Assessorato all'Ambiente. Restituzione delle acque di pioggia, quindi delle acque che scorrono sui pluviali, alla falda. Oggi - Carlo Monguzzi stesso stava per essere bloccato da un'esondazione del Seveso - purtroppo delle acque che potrebbero essere utilizzate per rimpinguare la falda vengono stupidamente mandate in fognatura, caricando i depuratori. I depuratori vanno in tilt, i fiumi esondano e le falde si abbassano. Questa è una cosa che sicuramente bisognerà evitare e già nella prima fase, che è quella della creazione dei piani di lottizzazione, lo strumento urbanistico dovrà prevedere una separazione tra acque chiare ed acque scure. Questo sarà sicuramente un cavallo di battaglia dell'Assessorato.

Io credo che potrei andare avanti ancora per un po' di tempo. Stiamo intervenendo a 360° sul problema della falda. Non voglio dilungarmi e a questo punto ridarei la parola al Prof. Francani perché bisogna lasciare spazio per altri interventi, magari poi sarò stimolato ad intervenire successivamente.

MODERATORE: Uno dei temi trattati questa mattina, che mi è sembrato importante, anche perché l'ho trattato io e quindi l'ho sentito particolarmente, è l'aspetto economico dell'operazione disinquinamento. Il disinquinamento è sempre stato visto un po' come una spesa inutile, una palla al piede, un qualche cosa di ecologico, visto come un orpello aggiunto ai diversi programmi, ai piani che si fanno. Nella realtà, considerando le operazioni di disinquinamento nel contesto del piano di risanamento delle acque della regione, si vede abbastanza bene che se non vengono difese, ripristinate le risorse idriche poste abbastanza vicino ai centri, succede che i costi di gestione, distribuzione delle acque, possono crescere in

un modo eccessivo. Per cui non disinquinando, in sostanza, si finisce con lo spendere molto di più in un futuro.

Inoltre il disinquinamento può avere la funzione di bloccare la propagazione dell'inquinamento e mantenere lo status quo che, tutto sommato, è ancora sufficientemente... non dico ottimale, ma sufficientemente tollerabile.

In questo contesto uno degli argomenti che spingono a credere che ci possa essere una ricaduta positiva nell'operazione di disinquinamento è che facendo questo si mette in mano all'industria la possibilità di fornire occupazione perché facendo partire dei programmi di risanamento indubbiamente una ricaduta di questo tipo c'è. Considerando che abbiamo nel Dr. Pesaro un rappresentante dell'Assolombarda, potremmo proprio chiedere a lui se è d'accordo con questa mia idilliaca visione delle cose, oppure se ritiene che sia un po' prematuro parlare di una ricaduta effettivamente valida in questi termini.

DR. PESARO: Rispondendo alla sua domanda io credo che una ricaduta positiva di investimenti orientati al tema ambientale sia sicuramente possibile. Sia sicuramente possibile in quanto le nostre imprese non sono solamente imprese inquinatrici, ma esistono, anche nell'ambito di Assolombarda, altri tipi di imprese che fanno dei temi ambientali la loro attività fondamentale. Parlo delle società che si occupano di studi ambientali o interventi di risanamento.

Queste fanno parte del cosiddetto raggruppamento terziario innovativo, che peraltro è anche uno dei motivi che spiega la mia presenza qui in rappresentanza dell'Assolombarda in quanto il mio ruolo all'interno dell'associazione è proprio quello di occuparmi del terziario innovativo.

Credo che però queste ricadute economiche vadano viste su un piano molto più ampio. Vanno viste sul piano di quello che potrebbe essere uno sviluppo delle nostre aziende se si tenderà ad effettuare uno sviluppo sostenibile dell'economia e, quindi, riuscire ad incidere in fase, non solamente di disinquinamento *ex post*, ma una prevenzione dell'inquinamento attraverso lo sviluppo di nuove tecnologie.

Esistono già molti casi, anche nel campo dell'industria che più tipicamente è considerata inquinante, che è l'industria chimica, in cui l'attenzione ai problemi ambientali ha prodotto nuove tecnologie produttive. Quindi non sono tecnologie nuove nello smaltimento degli intermedi o comunque degli effetti dei processi in corso, ma veri e propri nuovi processi che peraltro possono anche essere origine di interessanti operazioni di *lysensing* verso Paesi terzi e quindi sicuramente essere importanti sul piano economico.

Tutto questo però è legato a una forma di maggiore chiarezza in quelle che sono le disposizioni di legge, in quelle che sono le linee di condotta delle amministrazioni pubbliche centrali o locali perché fino ad oggi noi abbiamo visto soprattutto interventi di tipo prescrittivo. Cioè interventi che hanno visto sviluppo ambientale e sviluppo industriale come due fattori non compatibili. Noi dobbiamo cominciare a ragionare prendendo come riferimento il fatto che il settore produttivo non è il problema, ma è componente della sua soluzione. Allora, se su queste linee si possono trovare delle forme di accordo, penso che gli investimenti necessari da parte delle nostre imprese saranno messi a disposizione perché molto spesso si è verificato nel passato che interventi effettuati sulla base di prescrizioni tipicamente puntuali e non coordinate, hanno prodotto dei costi per le imprese senza che la ricaduta sulla comunità ci fosse realmente.

E' evidente che per fare questo, per creare una forma di collaborazione costruttiva e soprattutto produttiva di effetti sull'ambiente e territorio, il primo elemento è l'elemento della conoscenza, che è un elemento che parte dalla conoscenza dei fattori del territorio, ma deve anche svilupparsi su altri fattori della conoscenza. Deve rendersi conto, ad esempio, che nel caso in cui si abbia uno scarico inquinante non bisogna solamente sapere quali sono stati i motivi o quali sono stati gli effetti, ma occorre conoscere gli effetti effettivamente inquinanti di questo fenomeno, di questo incidente, quindi bisogna conoscere la capacità di diluizione, l'assimilazione nel corpo idrico, gli effetti attuali e futuri sulla salute umana, il valore monetario da attribuire all'effetto e, soprattutto, il costo alla rinuncia di questo inquinamento nel futuro. Quindi un insieme di parametri che sono strettamente collegati l'uno all'altro, ma che sono un fattore indispensabile per capire, per decidere, per gestire ed anche, non meno importante, per informare.

Anche noi consideriamo che una corretta comunicazione sia un fattore indispensabile ad una pianificazione che veda non solamente la pubblica amministrazione e le imprese come attori, ma anche il grande pubblico, anche l'opinione pubblica in quanto questo tema dell'ambiente, a nostro avviso, sta coinvolgendo soggetti sempre più ampi e non solamente in ambito degli addetti, strettamente addetti ai lavori.

Credo che tutto questo effettivamente, qualora questo effetto di conoscenza, di pianificazione e quindi di sviluppo più orientato, possa prendere effetto e allora noi avremo modo di utilizzare le risorse messe a disposizione per risolvere i problemi ed anche per sviluppare l'occupazione nel nostro territorio, tenendo conto che in questo momento la crisi dell'occupazione non è solamente una crisi dell'occupazione di tipo operaio, ma molto di più, oggi anche una crisi nell'occupazione di risorse del terziario innovativo, cioè anche di personale ad alto livello culturale e quindi proprio quello che dovrebbe essere il punto di partenza per una ripresa dell'economia.

Credo di aver risposto alla domanda ed anche io mi riservo eventualmente di riprendere qualche punto che, più avanti, fosse necessario.

MODERATORE: Volevo sentire se ci sono interventi a proposito di quanto ha detto il Dr. Pesaro adesso. Andiamo avanti?

Una cosa potrei aggiungere, mi sembra che il Dr. Pesaro abbia fatto cenno, abbia sottolineato questa necessità di un coordinamento degli interventi. Perché soltanto se gli interventi assumono una veste di piano, cioè sono in qualche modo coordinati fin dall'inizio e sono frutto di scelte oculate, noi possiamo ritenere che in qualche modo il loro destino sia quello di arrivare a termine, di avere una finalità da raggiungere e che abbiano soprattutto un bilancio, non siano dei conti aperti o dei pozzi profondi in cui si getta tutto e non torna mai nulla a galla. Quindi è un discorso, quello fatto adesso, che mi sembra estremamente importante, ci vuole effettivamente qualcuno - nella fattispecie la Provincia, ma credo che anche la Regione che fino adesso è stata promotrice principale di questa operazione di disinquinamento - che si assuma questo ruolo che mi sembra fondamentale.

Questa funzione coordinatrice mi pare che sia anche ben vista nel settore dell'ambiente del lavoro, dove questa necessità di qualche protagonista, di qualche responsabile, sia veramente sentita.

Il Dr. Marcucci forse a questo proposito ci può dire qualche parola più chiara di quello che ho detto io.

DR. MARCUCCI: Io ringrazio della opportunità di partecipare a questo momento di riflessione. Credo che la Provincia sia un importante snodo, in questo momento particolare, per quanto riguarda proprio l'attività di collegamento, però un momento legislativo generale che può e deve svolgere la Regione e dall'altro la capacità di arrivare ad attuare le cose. Anche perché lo scenario che abbiamo di fronte non è uno scenario vergine, non nasciamo dal punto zero. Noi abbiamo alle spalle un mare di proroghe, un mare di interventi non risolti che via via si sono rincorsi nel tempo. Abbiamo sentito nelle relazioni il problema degli organoclorurati prorogati al maggio dell'anno prossimo.

Abbiamo avuto i nitrati, prima i pesticidi e via via. Abbiamo avuto una serie di emergenze, si sono cavalcate le emergenze, ci si è interessati al problema soltanto quando l'emergenza veniva a scoppiare e possiamo dire che l'emergenza nuova scacciava, faceva dimenticare l'emergenza precedente, senza che questa fosse, tra l'altro, risolta. Quindi è evidente che se questo è lo scenario di riferimento, che veniva a peggiorarsi con il sommarsi di una serie di risorse spese male o spese in maniera non coordinata... qui possiamo ricordare la vicenda del Lambro-Seveso-Olona, altre vicende collegate, dove, alla fine, avevamo una sommatoria: il Comune X che chiedeva tot miliardi per fare la sua cosina, l'altro a monte o a valle chiedeva una cosa diversa e poi il piano che era la messa insieme di tutte queste richieste, senza andare a verificare la coerenza e la congruità di quanto veniva detto.

Possiamo ricordare la fibrillazione legislativa che ne è conseguita. Il decreto legislativo 364 del '91, che era la sesta reiterazione del decreto legislativo 156 del maggio '91, la cosa la sto dicendo perché è stata la più scandalosa, quella che forniva i famosi 500 miliardi alla Lombardia ecc. ecc.

Noi abbiamo avuto in questo periodo un accavallarsi di problemi, una risposta totalmente insufficiente, una mancanza complessiva di volontà di programmazione.

In questo senso direi che è necessario che si incominci a cambiare strada. Quanto oggi abbiamo sentito in questo convegno dà già un segno di cambiamento. Io credo che in questo senso noi, come Associazione Ambientalista, vediamo con favore queste opzioni perché indicano che non si rincorre l'emergenza, ma si vuol prevenire. Direi un po' la parola magica: la prevenzione. Non arrivare a danno compiuto.

E' evidente che l'opera deve essere di conoscenza, ma anche di capacità di coordinare, di mettere insieme i vari bisogni e le varie necessità e in questo senso credo che sia utile non solo fare della pura protesta, ma fare anche da proposta. In questo senso la nostra associazione già dal '91 aveva elaborato una serie di linee-guida che adesso a punti, a titoli, voglio ricordare perché è importante e voglio porre alle istituzioni qui presenti come momenti di riflessione che in parte sono di loro competenza, in parte sono competenze più elevate.

Credo che ci sia da riflettere sulla necessità oggi di avere una logica di bonus malus, rispetto alla partita dei consumi, che certamente la leva tariffaria è una, ma non è unica la leva tariffaria, quindi premiare o punire a seconda di chi è in grado di consumare meno o chi soprattutto opera una politica e quindi l'industria del riciclo, del recupero delle acque e non spreca risorse così importanti.

Un altro elemento che è emerso e che noi avevamo già sottolineato è la necessità di differenziare una serie di limiti massimi ammissibili, in particolare gli organoclorurati, come viene già fatto in vari Paesi europei, in Inghilterra, ma anche negli Stati Uniti, dove hanno, sì, un valore massimo di somma, ma hanno anche dei valori-limite specifici per una serie di prodotti, anche perché i dati tossicologici danno questi riferimenti, ma non solo gli organoclorurati, ma anche altre famiglie di composti necessiterebbero di questa importante differenziazione perché il cittadino si sente tranquillo se, mantenuto un limite, poi se il componente inquinante ha una tossicologia tale che comunque quel limite non è tutelato, noi mandiamo un messaggio fasullo.

Un altro importante argomento direi è il problema della protezione delle falde non inquinate, ovvero definire un esclusivo uso pubblico di tutte le falde non inquinate, definendo che il privato possa emungere soltanto dalle falde più alte, diciamo la prima falda, come già in qualche altra regione hanno definito, se non mi sbaglio il Piemonte e questo potrebbe essere già detto a livello legislativo e non soltanto dire il 20% del settore industriale usa acqua potabile. Bisognerebbe dire: no, voi non pescate più se non in questa maniera. Chi inquina paga e incominciamo a definire chi deve incominciare ad assumersi dei compiti specifici in questo senso.

Un altro elemento importante e che era già presente in uno decreto ministeriale del Ministero della Sanità nel '90 è che bisogna indirizzarsi verso una rete doppia di distribuzione delle acque, ovvero è assurdo fornire un'acqua di questa altissima qualità, quale il DPR 236 definisce con questi standard così stringenti, che poi viene distribuita a tutti, perfino per lavare le auto, per fare tutte le attività e quindi sarebbe utile indirizzarsi in questo senso e avere un'acqua buona, tecnologica, che possa essere usata dal carrozziere o dal lavaggio delle auto e dell'acqua potabile per essere usata per scopi alimentari o per scopi civili veri e propri e quindi avere questo tipo di diversificazione, proprio per non spendere enormi risorse per avere milioni e milioni di metri cubi di acqua a qualità che sono eccessive rispetto a tutti gli utilizzi che vengono fatti.

Inoltre sarebbe utile non soltanto ripulire le acque, ma se si individuano, come si sono individuate, alcune sostanze tossiche particolarmente presenti, bisognerebbe non tanto porre degli standard sempre più vincolanti, ma definire che quella sostanza è fuori legge. L'abbiamo fatto per il DDT, lo si può fare per altre sostanze che in alcune zone, in alcuni ambiti si sono dimostrate talmente presenti che bisognerebbe evitare. Lo si è fatto anche per l'atrazina in un certo periodo, quindi questo potrebbe essere un altro elemento per evitare di arrivare soltanto quando il danno è compiuto.

Per chiudere, credo che si potrebbe - oltre la necessità di standardizzare tutte le metodiche analitiche - fare un grosso lavoro nel campo dell'informazione e direi trasparenza. Anche perché una serie di limiti che nel passato recente si sono evidenziati è proprio perché tutta questa partita è stata gestita in maniera non trasparente. Poi i Magistrati hanno fatto e stanno

facendo il loro dovere, vediamo cosa viene fuori, l'importante è che si sappiano non solo tutti i dati di analisi, ma si sappiano e si conoscano anche le evoluzioni, le varie fasi di un intervento di bonifica, dal momento dell'appalto alle varie fasi di realizzazione, a quando si conclude il lavoro e quindi a quando il cittadino può avere l'opera compiuta. Questo è importante perché si possono verificare i costi, si può verificare se c'è stato, per esempio, un aggiornamento, una revisione dei prezzi ecc.

Quindi informazione e trasparenza. Direi che queste, insieme al termine prevenzione, sono le parole magiche che forse in questo campo già da oggi credo la Provincia abbia intrapreso come cammino.

Io mi auguro che si cammini e si faccia molta strada perché tra non molto avremo altre emergenze che ci potrebbero scoppiare tra le mani. Grazie.

MODERATORE: A proposito di informazione, abbiamo la Dottoressa D'Ambrosi, che è una giornalista particolarmente specializzata in questo settore. Ci potrebbe dire come vorrebbe che venisse questa informazione che, si diceva, deve essere trasparente e comprensibile anche quando ha un contenuto scientifico.

E' possibile organizzare un'informazione, da parte della Provincia, che sia trasparente, comprensibile e anche scientifica? Come dovrebbe essere questo modo di diffondere le informazioni?

D'AMBROSI: Non lo so come dovrebbe essere. Lo sapessi, probabilmente sarei a dirigere qualcosa di molto importante. So quali sono i problemi nel lavorare nell'informazione ambientale, come sto facendo da un po' di anni a questa parte.

In genere noi abbiamo dalle nostre fonti di informazione che, grazie al cielo ci sono, via via un po' più organiche con gli anni, dei numeri. Ci dicono quanto c'è di una certa cosa dentro l'aria, piuttosto che l'acqua ecc.

Dall'altra parte abbiamo dei signori che abitano in una qualche casa che vogliono sapere se, aprendo il rubinetto e vedendo quell'acqua lì, ne va più o meno della loro salute. In mezzo abbiamo in genere i capi redattori, i direttori ecc. In questo momento non voglio andarmela a prendere con i capi redattori, i direttori e via dicendo, non è questa la sede. Domani i miei colleghi sono in sciopero, per cui rimando a tutto quello che potrete leggere nei comunicati dei comitati di redazione domani sui giornali. Quello che è utile avere nelle informazioni, quindi fornito assieme ai numeri - e qui è il meccanismo difficile, perché un meccanismo di rapporto, è sapere quello che sono questi numeri e sapere cosa sono questi numeri vuol dire che io devo poter sapere che cos'è l'atrazina che c'è nell'acqua - e magari continuerò a citare l'atrazina, sono tante altre le sostanze di cui si può parlare, faccio solo dei brevi esempi sapere cos'è l'atrazina, raccontare un poco una storia dentro questi numeri. Io ho invece un tabulato, un dato grezzo. Questa non è una cosa semplice perché poi devo tradurlo, io come tutti gli altri miei colleghi. Spesse volte siamo stati accusati e ci è stato detto: "non fate delle cose correttamente, allarmate, create ansia". So bene, però è anche vero che la notizia è che c'è dell'atrazina dentro e che tu te la bevi. Io ho un dovere preciso di ordine professionale nel dirlo. Il non dirlo bene dipende da moltissimi fattori.

In passato questi fattori sono stati una sorta di pudore un po' strano per cui succedeva questo, però c'era l'allarmismo, c'erano le proteste, parlando d'acqua si metteva quel pozzo in spurgo, si utilizzava dell'altra acqua di cui, tra l'altro, non si conosceva la qualità.

Oggi come oggi i problemi quali sono? Che abbiamo un pubbliche che non ci crede più tanto, né alle informazioni, né alle fonti delle informazioni, per cui io rimando questo breve intervento, che tra l'altro mi sembra molto banale, credo che voi tutti rispetto alle informazioni abbiate delle idee molto precise e siate più titolari di me a dire come le vorreste, io rimando in chiave di domanda: come si fa a costruire dei dati che non solo siano utili e veri - questo lo sono sempre stati, qualunque dato mi viene fornito, io non ho titolarità per discuterlo perché faccio un mestiere diverso da chi mi fornisce quel dato, io ho solo titolarità per credere a quella fonte una volta che l'ho verificata. Se lo verifico male è il mio Ordine professionale che mi dice: "hai sbagliato", ma io non mi metto a fare il geologo piuttosto che il chimico, piuttosto che il biologo. Faccio la giornalista e continuo a volerlo fare.

Il punto è un po' diverso, è come questo dato che mi viene fornito sia fornito proprio per essere dato ai cittadini⁸, per ricostruire un rapporto con i cittadini dicendogli le cose come stanno, dando, appunto, per scontato che la verità già si diceva prima, miglioriamo anche la qualità di queste cose.

Questo io lo pongo come domanda, nelle loro entità, alle istituzioni con le specifiche competenze, ai tecnici e ai rappresentanti dell'industria, oltre che per alcuni pezzi ai rappresentanti dell'associazione ambientalista, nel senso che un po' tutti bombardano di informazioni che poi bisogna mettere assieme, collezionare e tirare fuori un prodotto finito.

Come si fa a decidere a questo punto di migliorare la qualità del flusso di informazioni, partendo da chi le produce oltre che da chi le elabora e poi in ultima battuta da chi le utilizza, che in genere non è mai molto bene organizzato, non ha mai molta voce in capitolo?

INTERVENTO: Io ti rubo il microfono e prendo la palla al balzo. Io direi che una delle principali preoccupazioni, forse la preoccupazione principale dell'Assessorato all'Ambiente sui controlli, sia proprio quella della validità dei dati. Noi ci eravamo trovati ad affrontare questo problema, come dicevo prima, in primis già quindici anni fa sulle centraline - si parla tanto di livello di NO₂, di CO ecc. ma nessuno si era preoccupato di correlare strettamente a questi dati, per esempio, degli effetti sulla salute.

Il primo problema con cui ci siamo trovati a fare i conti era quello di trasformare il numero in dato. Questa è una cosa che sembra molto semplice, però il numero suffragato da una certificazione scientifica diventa dato e posso garantire che per gli ambiti aria, acqua, prima che la Provincia di Milano stampi su una sua pubblicazione o mandi su televideo o comunichi ai giornali un numero, questo numero deve essere diventato dato, con una certificazione scientifica che non lascia spazio ad alcun dubbio.

D'AMBROSI: Io ti rirubo il microfono e ti interrompo subito e ti dico che io a questa certificazione ho sempre creduto, però tutte le volte che telefonavo dicendo "che cosa vuol dire?"... perché nella testa del mio pubblico la divisione tra ecologia e sanità non esiste. Se l'ambiente è malato, lo sono anche loro, così come lo sono anche io e io ripondo a questa esigenza di informazione e chiedo a voi, che siete la mia fonte dei dati, questo problema ve lo siete posto? Io non parlo di divisioni amministrative e burocratiche, quella è altra cronaca. Io parlo di quando - me ne sono occupata per anni - mi ritrovo con le telefonate della gente che dice: "ma c'è o no il blocco del traffico? Il bambino lo porto o no a scuola?" Perché i dati portano a questo tipo di domande sul diffuso e quelli sono anche il vostro pubblico, non solo in termini di elettori, ma in termini di operai che vanno in fabbrica a lavorare piuttosto che quadri, gente comunque che lavora, gente che comunque vota, fa le associazioni ambientaliste ecc. e che si aspetta delle risposte dove sanità e ambiente non sono mica divisi! E' un piccolo elemento.

ARZUFFI: Infatti io promotore, tra gli altri, del referendum del 18 aprile, sono convinto che la barriera tra ecologia e sanità non esista. Il campo su cui si può intervenire - e qui bisognerà per forza di cose intervenire - è quello della diffusione di informazioni sconosciute, come per esempio il rapporto tra dati nostri, dati validati finché vogliamo, gli effetti sulla salute; cosa di cui non si parla per niente... chi sa veramente se con quel dato livello di inquinamento il nostro fisico risente veramente dell'esposizione all'inquinamento stesso o meno? Esistono dei dati, ma sono per lo più sconosciuti. Io sfido veramente chiunque può sapere che livello di inquinamento c'è, ma io sfido veramente un'agenzia che fa sondaggi a chiedere alla gente, al cittadino, se sa che cosa quel dato, quel livello di inquinamento, sta facendo in quel momento sulla propria salute. Allora quello che forse non funziona è la trasmissione al pubblico della correlazione tra quel dato e l'effetto che quel dato sta portando sulla salute del cittadino... (intervento D'Ambrosi fuori microfono)... la correlazione non è nota, il nostro lavoro infatti... (intervento fuori microfono)... è vero, sappiamo che c'è, ma non sappiamo che cosa fa... (intervento fuori microfono)... Non mi fraintenda, noi lo sappiamo. E' il cittadino che gira per la strada che non lo sa. E questa è la cosa più grave. Io sono sicuro che... (intervento fuori microfono)... Infatti a mio giudizio il cittadino che il 18 aprile ha votato in quel modo al referendum intendeva combattere i compartimenti stagni istituzionali, cioè quelli che si erano

formati per forza di cose tra istituzioni... (fuori microfono)... Il problema della chiarezza è un problema che va affrontato di pari passo con la questione della responsabilità. Nel momento in cui ci sono tante teste, tante pratiche aperte in diversi organi istituzionali, le faccio l'esempio dell'ACNA di Cesano Maderno, è un caso quasi emblematico, abbiamo delle pratiche che sono aperte presso una USL, delle pratiche che sono aperte presso un'altra USL, delle pratiche che sono aperte presso la Provincia di Milano e, scommetto, delle pratiche che sono aperte presso la Regione. Io avevo il sospetto, Roberto Arzuffi cittadino aveva il sospetto che vi fossero compartimenti stagni di incomunicabilità tra le istituzioni, oggi l'amministratore Roberto Arzuffi ha la certezza che quelle pratiche non comunicavano e un Ente non sapeva quello che faceva l'altro. E' proprio per questo che alcune persone di buona volontà oggi stanno cercando di eliminare questi compartimenti stagni... (intervento dalla sala)... probabilmente se ci piangessimo addosso sarebbe peggio... (intervento dalla sala)...

MODERATORE: Comunque bisogna dire che i convegni sono fatti apposta per discutere di queste cose, per cui direi che abbiamo raggiunto un accordo abbastanza consistente su questo punto. Tutti bisogna avere le informazioni, anche delle informazioni scientifiche. Naturalmente io so benissimo, siccome le cose sono state portate avanti a tutti i livelli, tutte le istituzioni sono un po' affette, anche l'Università, da questo grave difetto. Tornando alla discussione che si era fatta in precedenza, si era visto come la Provincia desidera avanzare sulla linea che avevamo stabilito in precedenza, che avevamo descritto in precedenza. Volevamo adesso sentire il parere, visto che abbiamo due eminenti rappresentanti, uno della Regione e uno del Comune, come si prospettano i programmi della Regione e del Comune sulla questione disinquinamento, cominciando dall'Assessore Monguzzi. Io aprirei dunque la discussione su queste prospettive future di questi Enti.

ASSESSORE MONGUZZI: Io, se permette... tanto io sono indisciplinato perché non rispondo mai alle domande, mi aggancerei invece alle cose che diceva la signora, che mi sembrano il nodo di tutto.

Io farò un intervento che è il complemento di quello che ha detto Arzuffi, perché Arzuffi ha fatto una cosa sobria e di prospettiva, tentando di dare una patina culturale ad un disastro che è l'amministrazione pubblica e al disastro di quello che è successo fino adesso.

Arzuffi mi diceva prima in corridoio "chi sa cosa diranno domani i giornali, magari ci saranno i titoloni: "L'acqua di Milano è un disastro" ecc. Io spero che domani i giornali dicano: "L'acqua della Lombardia è un disastro, gli amministratori pubblici sono degli inetti, gli scienziati sono - scusate la terminologia - dei cretini. Nessuno è stato in grado di fare nulla" perché è vero. 2.400.000 lombardi bevono acqua non potabile, è potabile solo perché l'inetitudine di chi ci ha preceduto ha reso possibile il fatto che i pozzi che erano inquinati non potessero essere spurgati, la ladroneria di alcuni ha reso possibile il fatto che questa cosa sia successa. Questo è centrale ed è fondamentale.

Perché gli scienziati sono... scusate il termine, io uso il termine "cretino" proprio a livello semantico, io accuso la comunità scientifica di non saper dire con precisione se l'atrazina a 011 microgrammi fa bene o fa male, per cui il cittadino non sa se beve l'acqua buona, la beve buona per un decreto. Io accuso la comunità scientifica, di cui faccio parte perché ho una simpatica laurea in argomentazioni scientifiche, di non saperci dire se l'NO₂ sopra i 400 microgrammi fa bene o fa male. Perché la nostra massima autorità sanitaria, che è il mio amico Aldo Cavallaro, dice che sopra i 400 microgrammi l'NO₂ fa male, arriva un cretino del CNR che siccome ha una laurea dice che fa bene. Il Prof. Cavallaro dice che il benzene viene prodotto dalle macchine ed è logico, benzina, benzene... ghè nient de fa', è così, non è che il benzene lo produciamo bruciando le sedie che non sono fatte di molecole organiche. Arriva uno e dice "ma perché voi bloccate il traffico di giorno? Benzene ce n'è tanto di notte! Arriva uno e dice no, tu sei cretino!

Questo è il problema. Un amministratore pubblico come me, come Arzuffi, come credo l'Assessore Grugnetti che non c'è, che è Assessore al Comune di Milano e che è nuovo, ci troviamo di fronte a un quadro che è quello che diceva lei: devastante. Devastante dal punto di vista dei riferimenti. Allora qui bisogna che ci mettiamo d'accordo. O diciamo la verità... cioè alcuni anni fa c'era il problema dell'atrazina. Noi sapevamo che c'era un po' di atrazina a

Bergamo, un pochino a Garbagnate, un pochino a Sud di Milano. Chiedevamo all'allora istituzione: ma c'è l'atrazina? No, non c'è assolutamente niente, non vi preoccupate. A Milano sembrava non ci fosse assolutamente nulla. Noi abbiamo detto ma come? C'è qua, c'è, la falda va giù per così, deve essere successo qualcosa... No, ma è una roba puntiforme. Beh, però magari la usano nei campi, nel riso... Era una cosa ridicola! Il fatto che la gente per non creare allarmismo non dica la verità è la più grossa idiozia che esiste, perché poi i cittadini - e in Lombardia siamo tanti, nove milioni - non si fiano più. I cittadini non si fidavano più di quelli prima e non si fidano di me, di Arzuffi, di Andreini, si fideranno della Lega Lombarda spero, che almeno qualcuno si fidi di qualcun altro. Perché nessuno è stato in grado fino adesso di dire la verità.

Allora l'atteggiamento che abbiamo noi è di due tipi, il primo, almeno quello che uso io nel mio Assessorato e so che anche Arzuffi fa la stessa cosa, è che qualsiasi cittadino viene e chiede qualsiasi informazione di qualsiasi tipo, qualsiasi carta, ne ha immediatamente, senza citare la 142, la 241 o qualsiasi tipo di legge, può direttamente leggere quello che vuole, farsi le fotocopie e purtroppo le fotocopiatrici le pagano i contribuenti, quindi i cittadini stessi, fa le fotocopie e va via con quello che gli serve. Il problema è però quello che diceva la giornalista: come vengono comunicate queste cose?

Io credo che i mezzi di comunicazione sono comunque solo ed esclusivamente i giornali e la televisione. E' chiaro che se ai giornali io vado a dire che il CO è nocivo, Roberto Arzuffi dice no, fa abbastanza bene. Andreini dice insufflatevi il CO perché per gli asmatici è l'iradiddio, perché è venuto fuori che gli americani dicono che l'NO2 fa bene, che l'ozono fa bene per l'impotenza... allora uno diventa matto! O noi siamo in grado di produrre a livello nazionale, se non riusciamo a livello nazionale, a livello regionale un'informazione scientifica che sia quella... poi magari si sbaglia, però si fa una riunione delle istituzioni e qui ci siamo tutti, c'è la Regione... poi arrivo però, lei dice è un postulato la differenza delle competenze. E' molto più che un postulato, è una cosa criminale! C'è la Regione, c'è la Provincia, c'è il Comune, ci si mette qui, ci pigliamo un impegno davanti ai quattro gatti - con rispetto parlando - che siete voi e si cacciano dei soldi, si fa un libretto assieme che viene mandato a tutti i 3 milioni di famiglie lombarde, tanto i soldi si spendono in genere... fino adesso hanno rubato, adesso se si spendono utilmente facciamolo bene, diciamo: l'aria è composta di ossigeno, azoto, NO2, la Madonna ecc. Questo fa male, questo fa bene, questo fa male in questa quantità, questo fa bene in questa quantità. L'acqua ha dentro i solventi clorurati, i clorurati fanno male. L'atrazina fa sicuramente meno male però in certe quantità può produrre... i nitrati, è meglio che i bambini sotto un anno non li bevano perché" ecc. Si dà un'informazione seria, inequivocabile alla gente in modo che... mia madre ogni tanto mi telefona e dice: tu sei l'Assessore, dimmi almeno cosa succede. Grande è il disordine sotto il cielo!

I problemi di comunicazione istituzionale. Ci sono e non è un postulato, signora, è una cosa voluta, come è voluto il fatto che in Regione chi si occupa di acqua... in Regione siamo sei Assessori perché abbiamo deciso che da sedici era meglio passare a sei perché ci sembrava un atto doveroso verso la gente. Si occupa di acqua l'Assessore all'ecologia che sono io, con il mio servizio acque, che è fatto di quattro ottimi tecnici che cercano di fare il meglio possibile. L'Assessore al territorio, l'Assessore ai lavori pubblici, l'Assessore alla sanità, l'Assessore all'agricoltura e l'Assessore all'industria, il che vuol dire che su un medesimo intervento noi possiamo deliberare autonomamente di mettere sei tubi, per cui spostare un goccio di acqua inquinata può essere che di colpo... magari non succede, ma se non succede per pura fortuna, noi ci mettiamo sei tubi. Allora questa cosa non è una cosa di inefficienza, di inettitudine. E' una cosa criminale. Per fortuna adesso stiamo cercando di riassumere tutto all'interno di un coordinamento... sembra una cosa ridicola, ma è così! Io mi domando, siccome sono assolutamente malizioso e la vita mi ha reso malizioso, perché è stato fatto fino adesso così. Perché la Regione non ha mai parlato con la Provincia, non ha parlato con il Comune? Al di là che io e Arzuffi rispetto al Comune siamo di differente colorazione politica, però sulle cose da fare... io vedo l'Assessore Grugnetti, che è l'Assessore al traffico, che è leghista, io non sarò nella mia vita credo mai leghista, però vado d'accordissimo perché è uno che mi dice: ci sono delle cose da fare, cerchiamo di farle assieme... (intervento dalla sala)... l'atrazina non ha colore, fa male a Grugnetti, fa male a me, fa male...

Arriviamo alle colpe.

Io credo grande importanza sul piano di risanamento è degli industriali. So benissimo e quindi sgombero il campo di qualsiasi mio atteggiamento antindustrialista perché non sono stupido, che l'Assolombarda sta cercando in tutti i modi di lavorare con i propri associati per un'industria più pulita, dei cicli di produzione a tecnologia avanzata. Ne sono convinto, però un grosso pezzo d'inquinamento delle acque è colpa degli industriali. E' ovvio. Era molto più semplice prima prendere delle tonnellate di mercurio, buttarlo nel Mincio piuttosto che doverlo riciclare o doverlo riconsiderare in qualche modo, paghino gli industriali!

E' colpa dell'amministratore pubblico che fino adesso ha badato più a prendersi la tangente o a fare il cretino piuttosto che fare delle leggi serie, perché il problema è che ci sono 150 leggi, la cui interpretazione è talmente ipersoggettiva che una può bloccare l'altra. Paghi l'amministratore pubblico. Ma a questo punto non è che si può più rimandare e dire la colpa è tua, la colpa è mia. Qui ci sono forze politiche diverse, c'è Andreini che è di Rifondazione Comunista, qualche democristiano e socialista sicuramente ci sarà, la colpa è nostra. Se domani i giornali escono dicendo: un ennesimo convegno che denuncia le cose però non avete fatto niente, ha ragione. Invece ci mettiamo qua e facciamo un libretto assieme in cui spieghiamo, dal punto di vista dell'informazione, cosa bisogna fare, come funzionano le cose. Finisce questa cosa dei problemi di comunicazione istituzionale, si mette assieme un tavolo, non di lavoro, non di proposta, basta con gli studi, studi ne sono stati fatti a sufficienza, adesso bisogna fare le cose. Se il lago di Lugano è inquinato, è inquinato perché gli svizzeri depurano il 95% dei loro abitati e noi depuriamo il 50%. E' inquinato per quello. Bisogna fare un depuratore e un po' di tubi che vadano a finire sicuramente bene. Dopodiché, facciamo queste cose, ci diamo sei mesi di tempo, chi le ha fatte va avanti, magari la Lega Lombarda prenderà qualche voto più di noi, non tanti spero, chi non le ha fatte va a rimboschire gli argini del Po, sia esso democristiano, comunista, socialista ecc. ecc.

Arzuffi diceva: stiamo cercando di unificare tutti i controlli perché è vero, alla gente non frega niente del conflitto tra la sanità e l'ecologia, pensate a mia madre cosa può fregargliene se all'interno della Regione c'è il conflitto tra gli operatori della sanità e gli operatori... mia madre vuol sapere semplicemente se l'acqua del rubinetto che beve cosa fa, quale detersivo deve usare per sporcare un po' meno in giro, quale sapone, se la trielina... con cosa deve pulire il forno; se il Fornet è cancerogeno ecc.

Il tentativo che stiamo facendo perché non tutto è un disastro, però quello che è disastro bisogna dirlo che è un disastro, non si può tentare di fare degli interventi particolarmente eleganti usando il forbitismo, cioè la parola rassicurante per coprire le manchevolezze. Dove ci sono, ci sono.

Allora, stiamo cercando di fare questa agenzia per la prevenzione e per l'ambiente dove l'ambiente non è più solo controllo e punizione, noi non siamo per la Regione dei Prefetti per cui tu hai inquinato e io... prevenzione, la parola di cui parlava il rappresentante di ambiente e lavoro prila è la prevenzaione. Allora fare un'agenzia per la prevenzione e per l'ambiente vuol dire unificare tutti i controlli. Sia essa poi un'agenzia regionale o abbia le agenzie regionali, a me va bene qualsiasi cosa, l'importante è che si faccia e si faccia subito.

Ma anche su questa cosa ci sono gli interessi economici pregressi, gente che ha gi# ricevuto le tangenti per cui adesso è lì che dice: "i soldi li ho già presi, è un disastro"... con le gelosie perché l'Ispe ha i problemi rispetto al CNR, l'Enea... cioè tutti hanno delle cose. Allora queste cose vanno distrutte, vanno fatte le agenzie nei tempi più veloci possibili in modo che il cittadino che ha un problema di inquinamento invece che firare 17 uffici dall'USL, poi va al PMP, poi va alla Provincia, poi lo manda al Comune, il Comune me lo manda in Regione... io allargo le braccia e dico non ho competenze perché è dell'altro assessorato... alla fine poi va a finire che votano tutti Lega Lombarda.

Per far sì che non votino tutti per te, facciamo una roba per cui il cittadino ha una risposta seria, coerente e concreta, poi se votano per te, ci mancherebbe altro!

L'ultima cosa. In questo il lavoro delle istituzioni con il mondo dell'industria è decisivo. Siamo in epoca in cui tutti perdono il posto di lavoro, nel settore del disinquinamento ambientale, della protezione ambientale c'è da lavorare, da investire, da fare tantissime cose. 5 mila miliardi buttati via, mai inventati, mai usati, del Piano Lambro-Seveso-Olona e della sua fantomatica Irva gridano vendetta al cospetto di Dio, ma nella maniera più clamorosa. Pazienza, evitiamo di piangere sempre sul latte versato, costruiamo, istituzione, associazione dei lavoratori,

associazione degli imprenditori, una nuova grande politica per l'occupazione. Risanamento ambientale e occupazione mi pare l'unica cosa che può cercare di levarci da questo tedio, questa malinconia in cui assolutamente stati portati.

L'ultimo esempio di clamorosa disarmonia tra intelligenza e cattiva amministrazione è il depuratore di... Milano ha questo grandissimo scandalo, tutti dicono è un grandissimo scandalo, Milano non ha un depuratore. Tutti dicono è un grandissimo scandalo e chissà perché non si fa mai. Questa è una cosa per me assolutamente incredibile. Perché non si fa? Io non me ne ero mai occupato tecnicamente. Da quando Comune e Provincia e Regione hanno, dopo le polemiche con il predecessore di Grugnetti che era un assessore che si occupava di ambiente, ma solo di polemiche perché aveva questa sua passione... abbiamo scoperto che non è tutta l'acqua di Milano da depurare, ce n'è un 20%. Ma 20% in meno lo sapete i miliardi che vuol dire? Come mai quelli prima non erano arrivati a un calcolo che noi abbiamo fatto in cinque minuti insieme alla Provincia e al Comune? Come mai non ci erano arrivati prima? Il 20% in meno su trecento miliardi di depuratore, fatte un po' di proporzioni, un po' di corsi di scala, sono 50, 60 miliardi in meno che si potrebbero benissimo usare, ad esempio, per fare quel libricino che vogliamo fare noi o per mandare tutti i fiori alle nostre mamme! Perché funzionano queste cose? Perché il mondo della scienza non ce l'ha detto prima? Perché il mondo dell'amministrazione pubblica non ce l'ha detto prima? Queste cose non devono assolutamente più succedere. I convegni di questo tipo servono se riusciamo ad azzerare l'azzerabile, pazienza, è successo, tutti hanno una mamma, noi perdoniamo tutti, non mandiamo in galera nessuno, io farò una visita a San Vittore... ho visto tutti i tangentari tristissimi, liberiamoli, mandiamoli a rimboscire gli argini del Po anche loro... però qui bisogna che usciamo con un ragionamento serio. Facciamo un'informazione seria Comune, Provincia e Regione, apriamo istituzioni; forze del lavoro e forze dell'imprenditoria, un tavolo serio di proposizione di lavoro. Altrimenti rischiamo che fra un anno ci ritroviamo e la signora giustamente ci dice: voi politici dite un sacco di sciocchezze. L'unica che dice le cose giuste è la giornalista che tanto comunque lo stipendio non glielo leva nessuno.

SOLDI: Come anticipato dall'Assessore Monguzzi e come vedete qui - io non sono Assessore, ma sono stato da lui delegato, io sono un Consigliere di maggioranza - vi anticipo che non ho messaggi dell'Assessore da leggere, né dichiarazioni di generica adesione ai temi del convegno che farebbero imbestialire la signora che questioni generiche e messaggi ne ha già sentiti.

Lo scopo della mia presenza è più concreto ed è quello, tra l'altro, di recepire tutti i messaggi espliciti ed impliciti, meglio se espliciti, che possono pervenire alla pubblica amministrazione, nel caso particolare al Comune di Milano, che li possa far propri per poter far presto e bene la sua parte, per dare il suo contributo ai problemi del disinquinamento della falda.

Uno di questi messaggi l'ho già recepito perché era molto esplicito e mi è pervenuto dal Dr. Rosti, prima di persona nel colloquio che abbiamo avuto e poi durante la sua relazione, quando l'ha presentato nel contesto generale. Lo ripeto per far capire che il messaggio è arrivato ed era di questo tipo: il Comune faccia la sua parte per dare un contributo formale ed economico per contribuire alla realizzazione del sistema informativo della falda della provincia.

Me ne faccio parte dirigente con l'Assessore e quindi un risultato spero di poterlo raggiungere. Siccome siamo una Giunta giovane, lo sapete tutti quanti, sta cercando di prendere dimestichezza con la macchina comunale, di proposte operative che siano in grado di risolvere questo problema non è in grado nemmeno la Giunta di farne e nemmeno di proporre delle soluzioni tecniche diverse da quelle valide che i partecipanti al convegno hanno prospettato e che magari noi avevamo fatto fare da tecnici nostri di fiducia e quindi il mio partecipare a questo convegno, a questa assise, è anche quello di vedere se riesco a recepire tutte quelle lecitanze che possono essere fatte proprie dal Comune e quindi dall'amministrazione per dare un contributo per risolvere il problema nel tempo più rapido possibile.

Un qualcosa di concreto però lo posso dire in quanto nel campo specifico dell'acqua, quindi dell'acquedotto milanese, qualcosa contro l'inquinamento abbiamo cercato di farlo, nel senso che stiamo cercando di rendere attive delle procedure, degli studi che erano già stati fatti dall'Acquedotto e che ha presentato, l'Ing. Airoidi, precedentemente.

Ieri sera, l'Assessore Bedoni, il Vice Sindaco, competente per la parte realizzativa anche se poi l'Assessore all'ambiente in qualche modo sarà interessato, ha preso spunto dalla quasi alluvione

che c'è stata a Milano per dire cosa intende fare nel campo generale della revisione idrogeologica di certi alvei di certi fiumi che sono straripati, anche degli interventi specifici sull'acquedotto e ha fatto propri gli argomenti che l'Ing. Airoidi ha raccontato e li posso sintetizzare. Era quello di far sì che, non so se proprio entro l'8 maggio 1994, ma pochi mesi dopo... riuscire a rendere le acque di Milano conformi alla normativa ecc. per quanto riguarda i famosi organoclorurati, in modo tale da rimanere nel limite dei 30 microgrammi e come, dando l'avvio ai progetti, che non sono della Lega, erano già fatti dai tecnici del Comune, giacevano nei cassetti. Noi cercheremo nei tempi più brevi di partire con tutte le delibere di Giunta o di Consiglio per farle approvare e sono la perforazione di nuovi pozzi in zone indenni di Milano, pare che ce ne siano, e mi pare che il progetto sia quello di attivare circa 135 nuovi pozzi; di attivare i filtri ai carboni attivi per i pozzi, dove sarà possibile farli, per ridurre l'inquinamento e le torri di ventilazione.

Da un punto di vista più in generale, di principio, di idee, nel programma che la Lega si è data e quindi la Giunta, per quanto riguarda l'ambiente, spero porterà a termine, poi vedranno gli elettori se darci fiducia fra quest'anno o meno, c'era quello di istituire una banca dati sull'ambiente che era riferita al Comune di Milano, integrata però per tutte le interazioni che ci potevano essere, con i dati della Provincia. Cioè questa banca dati non aveva soltanto lo scopo di monitorare, registrare e poi poter essere ... con modelli matematici, i dati relativi all'inquinamento dell'acqua, ma anche dell'aria, del suolo e del sottosuolo. Quindi la base di questo progetto potrebbe già essere l'incontro che è avvenuto qui, tra noi.

Non solo, l'intendimento era anche quello di stabilire per ogni inquinante le correlazioni di tipo epidemiologico, cioè siccome l'opera di bonifica poi va fatta per l'aria, per il suolo, per il sottosuolo e non solo per l'acqua, sapere quali erano gli effetti maggiormente nocivi alla salute per intervenire in scala di priorità, tenendo conto che il Comune ha risorse limitate. Gli interventi andrebbero mirati.

Questo però è soltanto a livelli di intenti e di futuro non so quanto prossimo.

Volevo fare un'osservazione, per chiudere, a quello che aveva detto l'Assessore Monguzzi per quanto riguardava l'emissione di dati certi che facessero capire alle persone i pericoli o meno di inquinamento e di danni alla salute.

Io ho partecipato a qualche convegno che parlava di questo e ne sono uscito praticamente sconvolto o quasi. Pareva quasi che i dati che a volte vengono pubblicati siano estrapolati da un insieme di misure tanto limitato e ridotto da renderli quasi non validi. Poi magari sono stati fatti su topi, su pochi campioni. Quindi anche i limiti che vengono posti, dicevano questi signori, pare che vengano fatti sotto la spinta emotiva di quelli che sono i legislatori che, non sapendo cosa fare in maniera concreta e operativa sull'inquinamento, vanno ad abbassare sempre di più i limiti, che poi arrivano al limite della sensibilità degli apparecchi di misura e non hanno più significato.

Raccontava questo signore che se noi andiamo a prendere proprio questo limite della concentrazione di 30 microgrammi/litro dell'acqua, una persona che vive 70 anni e ne beve due litri al giorno, in 70 anni ne ha ingeriti 1,2 grammi, con effetti che poi siano mortali nessuno avrebbe giurato. L'unica cosa che avevano detto sembrava accertato, dai dati raccolti su campioni vasti con validazioni notevoli, era che il fumo provocava il cancro. Per tutto il resto aveva detto che certezze non ce n'erano. Quindi non so se sarà possibile dare queste informazioni alle persone che non sono terroristiche o prive di fondamento. Grazie.

(intervento dalla sala fuori microfono).

MODERATORE: Io capisco l'intervento del Dr. Mazzarella che ha rappresentato un po' quello che pensiamo tutti quanti, però direi che la novità che abbiamo tutti quanti toccato con mano è appunto questa: che in un certo senso c'è stato uno scambio di idee e una sostanziale convergenza tra i tecnici che fino adesso hanno operato sul territorio che sono preoccupati non soltanto di raccogliere i dati, ma anche di trasmetterli alle amministrazioni e anche di formare delle vere e proprie metodologie nuove e innovative nei settori non soltanto del disinquinamento, ma anche della protezione delle falde e anche della geologia tecnica, perché in questo momento noi stiamo affrontando un'emergenza, dovuta alle piene, alla cattiva sistemazione dei corsi d'acqua, che forse avrebbe potuto essere meglio contrastata se i

suggerimenti dei tecnici fossero arrivati, opportunamente filtrati, opportunamente coordinati, alle amministrazioni.

Adesso mi sembra di aver potuto constatare che questo ostacolo, questo diaframma che si frapponeva tra le nostre iniziative e l'amministrazione sia in un certo senso caduto e che questa sia la sostanziale novità che il convegno di questi giorni abbia voluto esprimere.

Io vorrei allora lasciare la parola al Dr. Griffini che è il nostro Presidente dell'Ordine dei geologi, ma che in questo momento direi che rappresenta un po' tutti i diversi campi dei professionisti, perché dica qualcosa su questa idea che ho sottolineato in questo momento.

DR. GRIFFINI: Farò un po' il Pierino anche io perché dopo aver sentito il vantaggio di essere l'ultimo a parlare mi permetto anche di intervenire sulla base di quello che è stato detto.

Io spero sinceramente, anzi ne sono convinto, perché il convegno di oggi sicuramente ha posto le basi per lavorare in un modo diverso, però mi è sembrato di capire tra le righe, sia nell'intervento dell'Assessore Arzuffi che a un certo punto ha detto: "abbiamo evitato gli studi professionali" come se avessero evitato il diavolo e anche da parte di Monguzzi che ad un certo momento ci ha dato bellamente dei cretini e forse ha ragione, ma mi sembra un pochino esagerato... mi sembra che una parte, ma è la parte che vogliamo superare tutti assieme, la mia è una proposizione, non è una critica sterile, mi sembra di capire quasi che, va bene, abbiamo sbagliato, troviamo il capro espiatorio e sono quei cretini degli studi professionali e dei professionisti. Mi sembra un pochino esagerato, se mi permettete.

Intanto professionisti sono anche quelli che hanno portato avanti questo discorso perché sono geologi loro, tutti quanti come sono geologi i liberi professionisti - parlo dei geologi perché sono quelli che conosco ovviamente, però vale questo per tutti gli altri professionisti, credo che possa valere anche per tutti gli altri professionisti che si occupano di questi argomenti.

E' sicuramente vero che gli argomenti che noi geologi trattiamo, ma credo anche i chimici, i biologi, ecc. sono argomenti molto difficili. Non siamo degli ingegneri che trattano con dei sistemi artificiali, siamo dei geologi, siamo dei chimici, siamo gente che tratta con sistemi naturali estremamente difficili da interpretare, assolutamente.

Gli studi vengono fatti e vengono portati avanti con delle metodologie, metodologie che ovviamente seguono degli standard che vengono elaborati, vengono elaborati dai professionisti, vengono elaborati sicuramente, nelle loro linee generali - e io sono convinto di questo - devono essere elaborati in campo accademico, in campo universitario. Questo mi sta benissimo, ma poi chi va fuori sul terreno a raccogliere i dati per sapere se quell'inquinante si può propagare in una certa direzione piuttosto che un'altra? Scusate, ma questo lavoro pedestre nel vero senso della parola lo devono fare i geologi, lo devono fare i chimici, lo devono fare i professionisti che lavorano sul campo.

Quindi io accolgo sicuramente l'invito che mi sembra poi sia un po'... non voglio parlare di auspicio, perché se no facciamo il solito discorso degli auspici, ma comunque sia un po' quello che è uscito da questo convegno oggi, superiamo le incomunicabilità, superiamo le ignoranze, gli errori che abbiamo sempre fatto. La giornalista prima diceva che l'atrazina non ha colore, guardi che forse qualche volta ce l'ha o l'ha avuta perlomeno, quindi non è assolutamente detto che non abbia avuto colore. Qui certamente c'è anche la responsabilità dei professionisti che si sono lasciati pressare in maniera eccessiva forse da gente che gli chiedeva, dai loro clienti, che potevano essere clienti privati piuttosto che amministratori pubblici. Sicuramente alcuni dei professionisti hanno fatto l'errore di lasciarsi pressare. A questo punto, visto che siamo in una giornata di buoni propositi, lo facciamo anche noi, ma vi assicuro che noi, almeno come Ordine, lo stiamo facendo da tempo. Non so con quali risultati. Certamente potremmo avere dei migliori risultati sulle nuove generazioni che non sulle vecchie, ma tant'è, lo sforzo va fatto.

Mi sta benissimo il discorso della banca dati, ho sentito questa mattina Rosti che diceva banca dati aperta. So che mi attirerò la critica di qualche collega, ma va bene anche quello, la banca dati aperta, aperta nei due sensi ovviamente, perché altrimenti non ha significato. Perché? Perché il partire sempre da zero per arrivare a dieci e poi, la prossima volta, ripartire un'altra volta da zero per arrivare a dieci, sicuramente è un metodo sbagliato. Io sono convintissimo che la possibilità di utilizzare dati... Insomma non saremmo qui con le biciclette, con le maledette macchine, come dirà probabilmente Monguzzi, se non avessimo fatto dei passi avanti, saltando sulle spalle di chi ci ha preceduti. Questo è ovvio. Quindi va benissimo il discorso, i dati

devono circolare. I dati, non le interpretazioni ovviamente, devono circolare e mi sta benissimo. Noi faremo uno sforzo per sensibilizzare - e lo stiamo facendo da tempo... sono cose che trovano anche degli ostacoli notevoli da parte dei professionisti perché forse c'è un po' la paura che questo faccia diminuire il lavoro. Io credo di potere assicurare tutti i colleghi che non è vero. Partiremo da dieci e arriveremo a venti e poi da venti arriveremo a trenta. La possibilità di lavorare bene sicuramente c'è. Credo però che ci sia bisogno di un pochino di umiltà da parte di tutti, cercare di lavorare assieme perché altrimenti, se cominciamo a fare i compartimenti stagni un'altra volta perché quelli sono i cattivi del momento... Assessore, io sono convinto che lei ha detto una frase pensando a qualcos'altro, però intanto l'ha detta e forse il pubblico, fra cui ci sono tantissimi colleghi geologi, credo non sia stato molto contento. Ho finito.

MODERATORE: Ma cosa ha detto, scusi?

GRIFFINI: Arzuffi ha detto che ha evitato gli studi professionali, come se questi fossero...

ARZUFFI: Da parte mia c'è innanzitutto il riconoscimento di una cosa, che chi come la signora si domanda che cosa abbiano fatto gli enti pubblici e gli studi di geologia incaricati in sette anni, otto anni perché dall'85 al 93 sono otto anni, qualcuno potrebbe indubbiamente irritarsi, perdere la pazienza, dire: ma che cosa hanno fatto? Quindi, una diversa impostazione e su questa diversa impostazione poi magari apriamo un dibattito perché mi sembra molto interessante, si può sicuramente ragionare e discutere, però sul fatto innegabile che in otto anni la carta, il materiale cartaceo prodotto sia tanto ed i risultati siano molto pochi... questo è dato che la signora sicuramente non apprezzerrebbe...

D'AMBROSI: (intervento dalla sala fuori microfono)... nella impostazione di qualsiasi modo di lavorare, di programmazione, dobbiamo partire da questo... per quanto riguarda il discorso, istintivamente, della previsione e programmazione... in quel discorso si possono riconoscere tutti questi schemi idraulici che si trovano... (fuori microfono)... di una tale quantità di dati, quando io assisto a un convegno di questo genere... Allora, per quanto riguarda la Lombardia non c'è bisogno di fare studi idrogeologici, basta classificare, sistematizzare quelli che ci sono...

INTERVENTO: ... tutto cambia, quindi il modello che lei costruisce non è più affidabile...

MODERATORE: Scusate un attimo, io non vorrei interrompere un'interessantissima discussione, però per una questione di rapidità di svolgimento del convegno abbiamo messo in essere un programma per un dibattito che svolgeremo dopo la relazione conclusiva. In questo modo possiamo chiudere la parte ufficiale del convegno, anzi, io pregherei l'Assessore Arzuffi e il Dr. Andreini di fare questa operazione e poi aprire il dibattito che penso sia interessante. Anche perché in effetti questo convegno si caratterizza per alcuni aspetti di novità che potrebbero essere sottolineati ampiamente da questo dibattito. Prego Assessore.

ARZUFFI: Io darei la parola al Presidente Andreini.

ANDREINI: Io vorrei dire solo pochissime parole, anche perché poi siamo rimasti in pochi qui, pochi affezionati a questi problemi, a questi temi.

Sinceramente non vorrei che questo convegno così interessante, così ricco di considerazioni, di dati, di concetti, terminasse con un sonetto di una poesia di Lorenzo il Magnifico molto conosciuto, questo sonetto che recita così: Chi vuol essere lieto sia, del domani non c'è certezza. Perché questo non è vero. Il domani certo non è conosciuto in tutti i suoi aspetti. Tutti i dati non sono noti, a tutti i dati che sono stati sottolineati nelle varie relazioni non è ancora attribuibile con esattezza il significato e la conseguenza, però, rispetto alla situazione di conoscenza di alcuni fenomeni in campo ecologico di alcuni anni fa, a mio avviso, a mio modestissimo avviso, pur da incompetente, qualche passo in avanti è stato fatto. Per iniziative direi di tutti, anche perché c'è stata una presa di coscienza dei problemi ecologici molto più consistente rispetto al passato. Questo anche da parte dei cosiddetti "produttori", anche da parte

degli industriali, anche da parte, quindi, del mondo economico considerato nel suo complesso, tanto è vero che oggi come oggi non c'è un industriale che parli alla televisione di problemi economici, che non faccia una coniugazione di questi fenomeni in modo preciso, cioè accompagnando il problema dell'aumento della produzione con il grosso problema - così in genere dicono adesso, non lo dicevano qualche anno fa - di un miglioramento dell'ambiente nel quale l'uomo opera.

Certo, sono avvenuti fatti, in questi ultimi anni, di una gravità incredibile, Cernobyl, ma poi tante altre cose sulle quali non mi vorrei soffermare.

Di fronte a questa nuova presa di coscienza di questi fenomeni, gli Enti pubblici, considerati nel loro complesso, non sono ancora all'altezza di dare delle risposte certe su tutto, però alcune risposte gli Enti sono già oggi in grado di darle. In Lombardia, a Milano, in provincia di Milano, forse più che altrove.

Qui c'è stato un punto, secondo me, che è rimasto in ombra in tutto questo dibattito. Tutto il discorso che Monguzzi ha fatto posso sottoscriverlo. Quello che rimane in ombra però è il quadro economico, sono gli interventi economici, sono le risorse da investire in questo settore, sono le priorità. Chi amministra un Ente pubblico sa benissimo che per fare l'impianto di Nosedo e per fare le cose che ricordava poc'anzi il Consigliere del Comune di Milano, deve fare delle scelte che nel passato ha trascurato e deve, molto probabilmente, avere quei finanziamenti necessari ed indispensabili per investimenti colossali, per investimenti di centinaia di miliardi, specialmente da parte del Comune di Milano.

Molto probabilmente il suo patrimonio, il patrimonio ingentissimo del Comune di Milano... i bilanci del Comune di Milano sono di 5 mila miliardi complessivamente con le aziende collegate al Comune stesso. Benissimo, questo patrimonio molto probabilmente deve essere amministrato meglio che nel passato. Forme di autofinanziamento debbono essere ricercate. Si parla dei BOT comunali. Io non credo molto a questa forma di finanziamento, anzi, non ci credo affatto per le conoscenze che ho nel settore economico, però credo invece ad altre cose. Questo sì, prestiti obbligazionari, conversione di una parte del patrimonio mobiliare, conversione di una parte del patrimonio immobiliare, per fare quello che alcuni Comuni della provincia, per esempio, hanno fatto. Perché non è vero che, ad esempio, il disinquinamento delle acque sia stato ignorato completamente nella provincia di Milano. No, abbiamo inaugurato assieme un impianto recentemente, ti ricordi a Niguarda? I Comuni della parte settentrionale della città, a Nord-Ovest della città e circa il 60% delle acque è disinquinato. C'è il buco di Milano, della città di Milano, su cui è necessario, è urgente intervenire.

L'impianto di Nosedo. Occorre rivedere il progetto? Ma devono essere cose rapide... io mi ricordo quando sono entrato nel Consiglio comunale di Milano trenta anni fa, si parlava degli impianti di depurazione ecc. e si parla oggi del progetto di Nosedo che non va per una serie di motivi. Io non lo conosco questo impianto e naturalmente non mi pronuncio.

Rimane quindi la parte economica, la quale non può essere ignorata né dalla Regione, né dal Comune di Milano, né dalla Provincia. Scelte prioritarie e tra le scelte prioritarie non può che esserci quella dell'ambiente, sia intervenendo sul disinquinamento delle acque, sia intervenendo sul disinquinamento dell'aria.

Quindi questo convegno non può finire cantando tutti assieme il sonetto di Lorenzo il Magnifico, perché non è così. Ci sono delle certezze e ci sono le certezze date anche dagli studi fatti a livello universitario, da parte dei tecnici ecc.

Quindi io sarei un po' meno pessimista rispetto a quelli che mi hanno preceduto. Si tratta però, ripeto, di fare una svolta sul piano amministrativo. Questo sì. Sul piano della collocazione delle nostre risorse che non sono infinite, tanto più che la nuova legge finanziaria prevede un taglio di trasferimento delle risorse dallo Stato agli Enti locali, Comuni, Provincie ed anche Regioni, però anche nell'impostazione del nostro bilancio di competenza per il nuovo anno dobbiamo prevedere investimenti maggiori rispetto al passato per intervenire sui consorzi che devono completare i loro impianti di disinquinamento, cosa che stanno già facendo con le acque, al fine di aiutare quel processo di "purificazione" dell'aria e delle acque, atteso dai cittadini.

MODERATORE: A nome di tutti ringrazio il Dr. Andreini per le parole di incoraggiamento che ci ha fornito e, ovviamente, l'Assessore Arzuffi per aver collaborato sostanzialmente all'organizzazione di questo convegno che secondo me è risultato riuscitissimo sotto tutti gli

aspetti perché ha toccato dei temi vivi. Ha fatto delle proposte in grado di camminare con le loro gambe e io spero anche che sia servito. Sia servito a coagulare tra i tecnici e gli amministratori un'intesa che auspico - permettetemi di chiudere con un auspicio - auspicio possa portare benefici effetti. Molto più di quanto non sia successo fino adesso. Devo peraltro, stando alle sollecitazioni che sono venute da più parti, chiedere a chi vuole partecipare al dibattito, di parlare adesso o mai più.

Io ho un elenco che comporta: Ing. Bonfiglietti, poi il Prof. Cavallaro, la Dott.ssa Olivetti che abbiamo fatto tacere prima e quindi la dobbiamo ripescare e ovviamente il Dr. Grifini che stava parlando con lei prima, il Dr. Mazzarella, il Dr. De Felice... (intervento dalla sala fuori microfono)... avevo capito male. Allora facciamo precedere, cede il passo al Dr. Cavallaro? Gentilissimo il Dr. De Felice e infine, se c'è spazio, il Dr. Franzosi.

Io non vorrei trattenere ulteriormente, pregherei quelli che possono, che non hanno impegni, di fermarsi un attimo. Allora chi desidera venire a far parte...

INTERVENTO (dalla sala fuori microfono)... rispetto al ruolo degli amministratori i quali molto spesso non solo non hanno ascoltato sufficientemente le spinte, le proposte dei tecnici, ma molto spesso hanno ostacolato. Allora io sono d'accordissimo che dobbiamo operare e cooperare, però vorrei che fossero rispettati i ruoli di ciascuno di noi. Perché quando prima qualcuno diceva gli scienziati, che poi io chiamerei tecnici, in effetti sono dei cretini ed è chiarissimo quello che diceva, non intendeva offendere nessuno... qui l'unica parte che non è stata sviluppata effettivamente...

ING. BONFIGLIETTI: ... io sto amministrando questa società che è nata quest'anno e ho cominciato a girare per tutta l'Italia ad offrire questi servizi. Bene, non vi potete immaginare quanta resistenza io abbia trovato in questo. Pensavo che quello che avevamo da offrire fosse veramente oro, perché lo è, nonostante questo ho trovato resistenza, molta, moltissima resistenza.

Io ho fatto un lavoro alcuni anni fa, loro hanno fatto, prima che me ne occupassi io, uno studio di bonifica ambientale per l'ACNA di Cengio. In questo momento stiamo lavorando per AGIP. I clienti che abbiamo trovato apprezzano il lavoro che si fa e nonostante questo, nonostante tutto quello che si è detto io continuo a trovare porte chiuse e persone difficili da contattare e anche quando ho il colloquio, parole di grosso e forte incoraggiamento, ma nella sostanza poco. Questo io volevo dire perché, secondo me, è giusto che quelli che sono seduti dall'altra parte del tavolo sappiano come questi problemi vengono percepiti dalle persone che sono sedute dalla parte dove sto io. Grazie.

MODERATORE: Ringrazio l'ingegnere. Seguiamo l'ordine che avevo configurato in precedenza. Possiamo sentire il Prof. Cavallaro.

PROF. CAVALLARO: A me sembra che questo incontro di oggi abbia un significato abbastanza importante. Perché? Perché finalmente, dopo quasi venti anni, da quando noi abbiamo evidenziato la situazione di un inquinamento veramente grave, quale quello dei solventi clorurati che di per se stessi, come tali, hanno un significato importante, ma relativo, ma mettono in evidenza una situazione dell'acquifero veramente degradata per vie dirette, cioè il solvente clorurato rappresenta la traccia di tutta una serie di altri inquinanti, alcuni già rilevati, altri da rilevare. Oggi c'è stato un incontro in cui vengono presentati dei programmi e mi auguro che effettivamente questi programmi si possano realizzare non solo cercando di attivare delle fasi transitorie legate all'entusiasmo di una determinata iniziativa, ma con programmi ben precisi. Con programmi che tendano ad affrontare realmente il problema. Allora, io direi che l'iniziativa di questa banca dati falda da parte della Provincia debba essere un'iniziativa che riguarda la banca dati del territorio integrata. Banca dati del territorio integrata che significa la protezione sanitaria, ambientale delle popolazioni attraverso le conoscenze del territorio in relazione alla produzione, alla situazione dell'ambiente, ai movimenti della popolazione, alle concentrazioni urbane, alle aree da proteggere già in condizioni buone e così via. Cioè la banca dati deve essere la banca dati del territorio. Va costruita lentamente. Va costruita con la buona volontà di tutti. Questo è il punto fondamentale perché altrimenti

rischiamo di affrontare un problema che viene avulso dalla realtà nel suo complesso. Ecco perché l'iniziativa va incoraggiata, perché deve diventare un'iniziativa molto più ampia. Altrimenti ci si riduce a dove affrontare i problemi quando succedono gli eventi gravi. E' successo, per esempio, nel periodo dei solventi clorurati un boom: interessamenti, Commissioni, sottocommissioni, incontri tra i vari Enti, tra i cittadini, con la Confindustria, con tutti per cercare di risolvere il problema. E' durato poco tempo e poi ancora, dopo quindici anni, diciotto anni, da quando sono stati rilevati questi inquinamenti, a Milano abbiamo una situazione che è veramente... non voglio dire drammatica, perché quelle concentrazioni, da quelle che sono le conoscenze tossicologiche di oggi, da quelle che sono le conoscenze attraverso gli orientamenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, non sono tali da destare preoccupazioni per la salute del cittadino, però sono situazioni cui si deve porre rimedio. Si deve porre rimedio attraverso i sistemi di bonifica. Oggi c'è una tecnologia avanzatissima per la bonifica senza dover fare come facevamo noi i primi tempi, facevamo la bonifica con gli spurghi dei pozzi, qualche volta anche sbagliando, qualche volta facendo delle cose interessanti. Altre volte invece abbiamo iniziato gratis, senza spendere una sola lira, a far fare delle bonifiche. Noi abbiamo fatto almeno una trentina di bonifiche nel territorio della provincia, come gruppo di lavoro interdisciplinare, il Presidente Andreini lo ricorderà probabilmente, nei tempi passati, facendo pagare tutto alle ditte. Perché loro stesse si sono viste incoraggiate da parte della nostra buona volontà e senza ricorrere a fare le minacce: Magistratura ecc. No, con la collaborazione. E tutti questi problemi vanno risolti, però vanno risolti con dei programmi.

Per quanto riguarda l'osservazione che volevo fare sulla situazione di Milano, io ritengo che la situazione di Milano, o quella della provincia di Milano, si possa risolvere benissimo per maggio. Perché il fatto di dover chiedere un'altra deroga al Ministero della Sanità per la questione di portare dai 30 ai 50 microgrammi, significa un'altra situazione di disordine, confusione e così via. Queste cose si possono fare.

Una volta la Commissione comunale, ho detto esplicitamente in una riunione... si parlava di non avere i mezzi per poter perforare un certo numero di pozzi, approfondire un certo numero di pozzi, fare la bonifica, ho detto che quando c'è stato da trovare i 70-80-90 miliardi per migliorare, ampliare lo stadio si sono trovati immediatamente. Per questioni molto più importanti, molto più importanti (anzi, 120 miliardi!) nessuno li ha trovati. E nei verbali del Comune di Milano questo deve essere scritto, se non hanno scritto il falso. Quindi queste cose si possono risolvere.

Tra l'altro una delle cose fondamentali oggi che abbiamo questi problemi occupazionali è che una collaborazione tra l'Ente pubblico, i tecnici, l'Università, i tecnici dell'ente pubblico, i politici ovviamente, l'Università e il mondo produttivo diventa un fatto determinante. Perché? Perché si possono trovare delle vie all'occupazione, cercando di utilizzare una forza lavoro che viene lasciata a marcire con la cassa integrazione. Scusate, io non ho mai fatto il politico, sono un tecnico puro, mi sento tale, però in certi momenti viene la voglia di dirle queste cose. Il far marcire della gente in cassa integrazione, che poi magari fa il lavoro nero... la verità bisogna dirla, Signori! Allora si utilizza quel personale! Abbiamo della forza lavoro, quindi questo è uno dei punti.

Se queste iniziative partono da Milano, dalla Regione Lombardia, dalla Provincia di Milano, io penso che siano delle iniziative che si estenderanno facilmente anche a livello nazionale. Non siamo un Paese sottosviluppato. Questa è una cosa molto importante.

MODERATORE: Il Prof. Cavallaro direi che ha positivamente sottolineato alcuni dei contenuti che ritengo fondamentali delle cose che ci siamo detti oggi, soprattutto per quello che riguarda le modalità di gestione di questa banca dati che costituisce senz'altro nel nostro auspicato programma una delle cose a cui terremo di più si portasse contributo da parte di tutti. Volevamo sentire ancora la Dottoressa Olivetti, il Dr. Grifini in modo che concludessero quello che avevano cominciato nella discussione precedente e diamo la parola alla Dottoressa Olivetti allora. Diamo una risposta e una replica, poi chiudiamo.

DR.SSA OLIVETTI: Anche se siamo rimasti in pochissimi approfitterò per fare un confronto. Ho già detto che ero specializzata, sono specializzata nei modelli matematici ecc. e ho sempre

fatto i modelli matematici ed elaborazione dei dati e così via. E' una cosa estremamente affascinante.

Qualche giorno fa spiegavo a mio figlio di 14 anni il concetto di errore. Tanto per dire: se voi avete un rettangolo... sento che non ascolta nessuno, allora è meglio che non parli! Allora per fare un esempio, se devo calcolare l'area di un rettangolo, misuro due lati e poi faccio il prodotto. Se uno dei lati io misuro a spanne e l'altro misuro usando uno strumento più sofisticato, con il laser ecc. il prodotto avrà l'approssimazione del lato misurato a spanne ovviamente.

Un'altra considerazione che volevo fare. Ascoltando l'intervento molto bello, molto simpatico delle ragazze che hanno parlato per ultime nel convegno, mi hanno fatto una specie di tenerezza, cioè l'irresistibile fascino dell'informatica. Sembra che informatizzando, costruendo la banca dati si risolvano tutti i problemi. Sono balle! Perché tutto dipende dal dato che viene messo dentro e questo è lapalissiano. E qui vengo al dunque, cioè la cosa che mi sta sullo stomaco da venti anni.

Vi assicuro che non è una mia scoperta, è l'ABC dell'idrogeologia. La cosa principale che è necessaria per sapere di qualsiasi sistema idrogeologico è i livelli piezometrici o i livelli della falda freatica. Devo individuare dunque i miei sistemi idraulici, devo studiarli secondo come comanda la legge e grazie a Dio questa legge non è difficile, è nopta, e poi devo predisporre le mie misure. Cioè devo conoscere questa evoluzione di questa superficie di pressione nel tempo. Se io non ho questi dati, non posso farci nulla. Quando mi vengono presentate durante il convegno le relazioni dove viene citato falda, livelli piezometrici della falda, io so già a priori - perché io ho lavorato in Italia moltissimo - so già che questi dati, le misure sono state disomogenee, cioè vengono continuamente in tutti quegli studi sommati capre e cavoli. In base a queste misure, a questi dati, vengono fatte previsioni. Poi sulle previsioni vengono costruiti programmi territoriali, che non servono a niente, perché non valgono nulla! Cioè hanno l'approssimazione di quel rettangolo con il quale sono partita. Di conseguenza quell'incredibile fascino dell'informatizzazione lo so benissimo cosa vuol dire. L'effetto che esercita sugli amministratori pubblici l'ho sperimentato io. Quando nel nostro studio dove io lavoravo venivano gli amministratori della Cassa per il Mezzogiorno, io gli facevo vedere sullo schermo l'oscillazione, poi facevo vedere il reticolo, poi gli facevo vedere tutte queste belle carte colorate con il plotter e la cosa sembrava tutta bellissima e basta. Ti pagavano! Perché poi in definitiva quello che serviva era che ti pagassero. Nessuno andava a vedere il contenuto che c'era dentro, cioè il valore di approssimazione di queste cose qui.

Allora tutta quella moltitudine di studi che sono stati fatti, idrogeologia ecc. ecc. possono essere benissimo... cioè dal punto di vista idrogeologico in Lombardia basta fare un unico studio! Sommare tutti i dati raccolti, almeno nel ventennio, da quando io sono in Italia e basta. E sistematizzare, ovviamente in accordo fra idraulici e geologi perché sicuramente è un discorso abbastanza complesso, ma basta! Sistematizzare. Questi sono gli acquiferi che sono sfruttati. Questi sono gli acquiferi che vengono inquinati. Poi tutto il resto deve essere fatto su questo.

Per quanto riguarda le misure è assolutamente necessario fare la rete piezometrica, perché quando mi date i livelli presi nei pozzi, è un livello che non vale nulla! Se non fate la rete piezometrica, non serve niente!... (interventi dalla sala)... Io non c'ero al mattino, ma intendo la rete piezometrica su tutta la Lombardia!... (intervento dalla sala)... Un momento, la mia non è critica! Non è critica affatto, facciamo un colloquio, caspita!

INTERVENTO: Faccio un riassunto velocemente, scusate. A me sembra che la Dottoressa Olivetti sottolinei una cosa importante, cioè i dati che sono raccolti e poi vengono elaborati devono essere omogenei e sufficientemente fitti per avere un'elaborazione. L'asserzione è correttissima, però bisogna dire che, appunto, su questo principio si è tentato di basare la costruzione degli studi che stiamo facendo. Cioè c'è stato un po' un superamento di quello che è questa grave mancanza di altre indagini, altri studi che, sia pure in un non recentissimo passato, venivano fatti. E dobbiamo dire che tutti i presenti si sono battuti per ottenere queste correzioni... (interventi dalla sala fuori microfono)...

ANDREINI: Allora ringraziamo i presenti e...

MODERATORE: Va bene, allora chiudiamo ufficialmente.

INDICE

PREMESSA	pag. 3
Saluto del Presidente della Provincia	pag. 5
RELAZIONI	pag. 7
-Le linee guida per una corretta tutela delle acque sotterranee nella Provincia di Milano - <i>Franconi V.</i>	pag. 9
-Organizzazione degli studi e degli interventi di bonifica- <i>Rosti G.</i>	pag. 21
-Metodologie idrogeologiche per il disinquinamento- <i>Beretta G.P.</i>	pag. 41
-Indagine per la decontaminazione delle acque sotterranee- <i>Colombo F.</i>	pag. 59
-L'inquinamento delle acque da parte di composti organici ed inorganici- <i>Berbenni P.</i>	pag. 73
-Biorisanamento del suolo e delle acque inquinati da idrocarburi:generalità- <i>Poli G.</i>	pag. 83
-Le basi dati del Sistema Informativo Falda- <i>Bellani A.</i>	pag. 89
-La legislazione regionale lombarda in materia di acque sotterranee- <i>Mori B.</i>	pag. 93
-Inquinamento chimico: problemi ed interventi dell'acquedotto di Milano- <i>Airoidi R.</i>	pag. 97
-Entità dei prelievi di acque sotterranee in Provincia di Milano- <i>Arduini C.</i>	pag. 113
-Contaminazione delle acque: esperienze e proposte- <i>Cavallaro A.</i>	pag. 131
-L'iniziativa dei servizi pubblici per il disinquinamento degli acquiferi- <i>De Felice, Mazzarella</i>	pag. 153
-Indagine idrogeologica:protocolli operativi-georeferenziazione- <i>Dotti,Bazzoni,Ledda</i>	pag. 169
-Progettazione ed attuazione della bonifica nell'Ussl 60 di Vimercate- <i>Bianchi et alii</i>	pag.177
-Tavola rotonda	pag. 197