Provincia di Milano

Settore Ecologia
U.O.Tecnica Progetti Speciali

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Sintesi delle elaborazioni predisposte dagli uffici provinciali per la progettazione di massima degli interventi di propria competenza.

Marzo 1997

Provincia di Milano

Settore Ecologia
U.O.Tecnica Progetti Speciali

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Sintesi delle elaborazioni predisposte dagli uffici provinciali per la progettazione di massima degli interventi di propria competenza.

Marzo 1997

Come noto la Provincia di Milano riveste il ruolo estremamente importante di coordinamento degli interventi circa l'individuazione di possibili soluzioni al grave problema relativo all'innalzamento della falda verificatosi negli ultimi anni nel Milanese.

In tale contesto è stato costituito un gruppo di coordinamento composto da tutti gli Enti interessati che in poco più di due mesi ha già predisposto una prima proposta operativa riguardante una tranche d'interventi individuandone, con buon grado di approssimazione, costi e benefici.

Nel presente elaborato viene pertanto presentata una sintesi degli interventi di competenza specifica della Provincia, predisposti dagli uffici provinciali con un notevole sforzo di professionalità e di tempo di tutto il personale coinvolto.

Nei prossimi giorni tali proposte, unitamente a quelle che verranno predisposte dagli altri Enti responsabili, saranno accorpate in un unico documento e presentate al Ministero dei Lavori Pubblici che ha richiesto di acquisire tali proposte per gli eventuali finanziamenti delle attività.

Il Dirigente Settore Ecologia
dott. Sergio Saladini

Il D.U.O.Tecnica Progetti Speciali
dott. Guido Rosti

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Premessa

Marzo 1997

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:
Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali

- *Settore Idraulica*
- *Parco Agricolo Sud Milano*

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia
Regione Lombardia

- *Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Geologico e tutela delle acque.*
- *Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile*

Comune di Milano

- *Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente*

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua
Magistrato del Po
Autorità di Bacino Fiume Po
Azienda Consorzio Acqua Potabile
Consorzio Villoresi
MM s.p.a.
ATM
Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Premessa

A cominciare dai primi anni '90 si sta assistendo nell'area milanese ad un impressionante fenomeno di risalita piezometrica che, con innalzamenti massimi ubicati in corrispondenza della parte nord della città con valori di circa 10 metri, sta creando gravissimi problemi alle strutture sotterranee ubicate sia nella Città che nei Comuni localizzati immediatamente a sud della stessa.
Da un'indagine condotta dalla Provincia di Milano sulle cause del fenomeno si possono sintetizzare le cause principali di tale fenomeno.
Al fine di cercare una prima interpretazione dell'evento si sono analizzati gli andamenti delle principali voci del bilancio idrologico dell'area nel periodo considerato (1990-1995).
In particolare le voci che costituiscono il bilancio idrologico sono date, per quanto riguarda le entrate, dagli apporti in falda da monte, irrigazioni, infiltrazioni delle acque meteoriche e perdite dei corpi idrici superficiali, mentre, per quanto riguarda le uscite, dai deflussi da falda verso valle, prelievi,, drenanza delle aste fluviali e dei fontanili evapotraspirazione.
Per quanto riguarda le precipitazioni l'area in cui è collocato il capoluogo lombardo è caratterizzata da un regime pluviometrico medio annuo che nell'ultimo trentennio è pari a circa 980 mm/anno, con valori pari a 1400-1600 mm/anno per gli anni particolarmente piovosi e pari a 700-900 mm/anno per quelli meno piovosi.
Nel quinquennio in esame si è avuto un regime di precipitazioni particolarmente scarso per i primi due anni (1990 e 1991) e un regime che si colloca nei valori medi per gli altri 3 anni.
Ad esclusione quindi delle precipitazioni registrate nel 1990 e nel 1991, anni di minimo del trentennio, si può registrare una sostanziale uniformità di valori.
Oltre a questo fatto si aggiunga che ai fini del bilancio tale voce non risulta particolarmente determinante, in quanto, in base ai dati disponibili, risulta che il quantitativo annuo medio (calcolato nell'ultimo trentennio) di precipitazioni efficaci (calcolate con il metodo Thorntwaite-Mather) è pari a soli 185 mm/anno (tenuto conto anche delle estese superfici impermeabilizzate), rappresentando quindi solo il 20% della precipitazione media annua.
Passando quindi ad esaminare le irrigazioni, questa voce costituisce per l'area in cui si colloca il Comune di Milano, uno dei principali fattori positivi del bilancio idrologico.
Al fine di quantificare l'andamento di questa voce si sono considerate le portate medie dei principali canali irrigui da cui si aprono le prese dei canali irrigui secondari che influenzano l'area in esame. Dalle informazioni reperite, non si rilevano particolari variazioni dei quantitativi venduti nel quinquennio, e semmai si può parlare di decremento del contributo in falda in quanto si è provveduto ad effettuare numerosi interventi d'impermeabilizzazione degli alvei dei canali più ammalorati.
I prelievi effettuati dalla falda ad opera dei pozzi sia ad uso potabile che industriale costituiscono sicuramente poi l'elemento più importante tra le voci in uscita del bilancio. Tale elemento è di particolare interesse ai fini dello studio se si considera che i prelievi in esame si concentrano essenzialmente in prima e seconda falda. Rispetto al periodo considerato è evidente che l'entità dei prelievi ha subito delle consistenti variazioni raggiungendo valori dell'ordine di 50 milioni di metri cubi in meno prelevati annualmente
Di particolare interesse risulta poi l'analisi dei soli prelievi idrici privati effettuati nei principali poli industriali di Milano e dei comuni confinanti .
Nel periodo in esame, si è infatti assistito ad una considerevole dismissione o ridimensionamento delle grandi utenze quali, solo per citare le più importanti, la Falck di Sesto San Giovanni, l'Agip di Rho, l'Alfa Romeo di Arese, la Pirelli e la Maserati di Milano, con valori di diminuzione di prelievo annuo stimabili intorno ai 30/40 milioni di metri cubi.
Tali valori sono tuttavia sicuramente in difetto e non tengono conto di quella miriade di piccole e medie aziende che hanno anchesse cessato la propria attività nel periodo considerato.
Da valutazioni approssimative si può pertanto ragionevolmente pensare che un ordine di grandezza stimabile sufficientemente corretto si attesta intorno a valori complessivi che potrebbero anche non essere molto lontani dai 150 milioni di metri cubi d'acqua in meno sollevata annualmente nell'area di Milano e del suo hinterland

Ai fini del bilancio idrologico anche il regime dei fontanili risulta sicuramente determinante ma di difficile interpretazione. Infatti se da un lato il drenaggio delle acque di falda che avviene in corrispondenza delle "teste" dei fontanili, costituisce una voce di uscita, è pur vero che tali acque sono destinate alle irrigazioni e vanno quindi a costituire immediatamente a valle una voce di entrata.
Considerando tuttavia che l'attuale limite settentrionale della fascia dei fontanili attivi si riscontra in prossimità del limite meridionale del Comune di Milano, ai fini della presente analisi si è considerata tale voce tra quelle in uscita.
Circa il regime dei prelievi da falda effettuati attraverso tali opere idrauliche non si dispone di dati dettagliati ma unicamente del numero dei fontanili attivi presenti in Provincia di Milano.
In particolare si rileva che nel 1975 i fontanili attivi erano almeno 430 con una portata complessiva giornaliera (rilevata su media annua) di circa 28 m^3/s e portate per ogni singola opera mediamente variabili tra un minimo di 40-50 l/s ed un massimo di 400-500 l/s. Il dato aggiornato disponibile riguarda solamente il numero dei fontanili rimasti attivi che risultano pari a 186.
I recenti innalzamenti della falda non hanno avuto come diretta conseguenza un atteso aumento del numero dei fontanili attivi, in quanto negli anni molte delle opere dismesse hanno perso le caratteristiche proprie di funzionalità idraulica.
Da quanto sopra esposto risulta pertanto evidente che la principale causa del fenomeno sembrerebbe essere rappresentata dalla pesantissima diminuzione di prelievi, in particolare dall'acquifero tradizionale, riferentesi per gran parte alla grave deindustrializzazione in corso nel periodo considerato.

Creazione di un Coordinamento tra gli Enti preposti

Dall'esigenza di procedere con urgenza ad individuare possibili interventi e dalla necessità di creare opportune sinergie tra gli Enti preposti a tale attività, in data 22/01/97 si è costituito il "Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese" con il preciso obiettivo di riunire intorno ad un tavolo tutti gli Enti che in qualche modo disponessero di competenze relative agli interventi da mettere in atto per affrontare il fenomeno dell'innalzamento freatico.
Per motivi operativi si è quindi stabilito di creare sottogruppi tecnici specifici che potessero più agilmente individuare tutte le possibili soluzioni mirate ai diversi aspetti del problema.
I sottogruppi operativi sono i seguenti:

Acque superficiali coordinato dall'ing. Brown - Settore Fognature Comune di Milano.

Partecipano:
dott. Ferrari - Settore Idraulica della Provincia
ing. Elefanti - Genio Civile della Regione Lombardia
ing. Airoldi - Settore Acquedotto del Comune di Milano
ing. Del Felice - Consorzio Villoresi
ing. Recalcati - MM Spa
arch. Dagnino - Parco Sud
arch. Traversa - Min. Lav. Pubblici - Provveditorato OOPP
dott. Piazza - Autorità di bacino del Po
prof. Chiaudani

Monitoraggio e mappatura coordinato dal dott. Rosti - Provincia di Milano

Partecipano:
dott. Presbitero o dott. Mori - Servizio Geologico della Regione Lombardia
ing. Airoldi - Settore Acquedotto del Comune di Milano

ing. Del Felice - Consorzio Villoresi
geom. Zanella - Settore Fognature Comune di Milano
dott. Peterlongo - CAP
ing. Marelli - MM Spa
ing. Gatto - Min. Lav. Pubblici - Provveditorato OOPP
dott. Poretti- Unione Commercianti Ass. Prov. Autorimesse

Infrastrutture sotterranee coordinato dal dott. Presbitero - Serv. Geologico Regione Lombardia

Partecipano:
ing. Pizzolato - Settore Fognature - Comune di Milano
dott. Raffaelli o dott.ssa Raimondi - Settore Ecologia della Provincia
ing. Elefanti - Settore Lavori Pubblici Regione Lombardia

Metropolitana coordinato dall'ing. Cavagna - MM Spa

Partecipano:
prof. Maione e prof. Migliacci - Politecnico di Milano
ing. Melloni - ATM
geom. Dodaro - Settore Fognature Comune di Milano

Acque in agricoltura coordinato dall'ing. Del Felice- Consorzio Villoresi

Partecipano:
dott. Ferrari - Settore Idraulica della Provincia
ing. Elefanti o ing. Occhi - Settore Lavori pubblici Regione Lombardia
arch. Traversa - Min. Lav. Pubblici - Provveditorato OOPP
arch. Dagnino - Parco Sud
dott. Piacentini - Autorità di bacino del Po

Progettazione di massima degli interventi

A seguito degli impegni assunti nella riunione del 07/03/97 si è quindi proceduto ad effettuare in tempi assolutamente ristretti la presente prima proposta operativa relativa alla materia in questione, nella speranza, nonostante i tempi ridottissimi, di potere giungere ad un risultato concreto comprensivo anche di stime dei costi ovviamente approssimative, ma sufficientemente indicative della dimensione degli interventi proposti.
Il presente elaborato raccoglie in schede differenziate i risultati relativi ai vari obiettivi che il Gruppo si era posto riferentisi in particolare ai seguenti argomenti:

Cap.	Tipologia intervento	Ente preposto
1	Realizzazione di una rete di monitoraggio piezometrico della falda freatica della Città di Milano e predisposizione di una sintesi delle situazioni di crisi segnalate	Provincia
2	Individuazione di pozzi per la predisposizione di pompaggi localizzati	Regione
3	Individuazione di corsi idrici superficiali da utilizzarsi quale recapito delle acque emunte.	Comune
4	Razionalizzazione acque in agricoltura	Consorzio Villoresi
5	Prima valutazione della possibilità di utilizzo di bacini di cave nel sud Milano, finalizzata al defluusso di acque freatiche verso la rete irrigua.	Provincia
6	Prima valutazione della possibilità di riattivazione dei fontanili presenti nel sud Milano, finalizzata al deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua	Provincia
7	Valutazione della fattibilità della diversificazione degli utilizzi delle acque di falda in base agli acquiferi captati.	Comune
8	Individuazione di procedure amministrative per l'incentivazione dell'utilizzo di acque di prima falda e la tutela per le acque scaricate (concessioni gratuite di prelievi e scarichi, abrogazione ordinanze per divieto climatizzazione e raffreddamento, divieto immissione acque bianche in falda).	Comune
9	Proposte di interventi a protezione delle gallerie della Metropolitana MIlanese.	Metropolitana Milanese
10	Proposta di interventi relativi alla protezione delle infrastrutture sotterrane.	Regione

I risultati cui si è pervenuti mostrano la possibilità di procedere a deflussi dalla falda di una certa entità e sono comunque da leggersi nell'ottica di dare corpo alle prime idee scaturite in seno al Gruppo e dettate principalmente dalla necessità di individuare interventi immediatamente e realisticamente percorribili che potrebbero in qualche modo tamponare il progredire del fenomeno medesimo.

Il secondo step di tale approccio prevede tuttavia una riflessione molto più approfondita che si deve necessariamente basare su valutazioni di tipo modellistico sia sulla reale afficacia degli interventi proposti, sia sulla valutazione di eventuali grandi opere (trincee drenanti sotterranee, grandi strutture di deflusso, etc.) che realisticamente potrebbero essere proposti qualora gli interventi di primo livello risultassero poco efficaci.

L'impressionante progredire della tendenza al rialzo che inversamente a quanto ipotizzabile ha proseguito nel tempo facendo addirittura verificare delle accellerazioni (circa 0,5 m nei soli mesi di dicembre '96 e Gennaio '97), i valori complessivi di innalzamento che talora toccano livelli record (10 m nel nord della città tra il 1992 ed il 1997), le stime relative ai quantitativi d'acqua immagazzinata in più nell'acquifero rispetto agli anni '80, sono tutti fattori che ci fanno sospettare che potrebbe essere valutata la possibilità di identificare opere ben più consistenti e sicuramente da soppesare con la massima attenzione sia per gli enormi costi che comporterebbero, sia per le eventuali implicazioni di carattere ambientale.

Analisi dei costi

Considerati i tempi disponibili per la presentazione del presente elaborato risulta evidente che la valutazione dei costi dell'operazione nel suo complesso è più considerabile come stima di massima rispetto ad una analisi rigorosa e puntuale delle varie voci che ne costituiscono il valore complessivo.
E' pertanto corretto sottolineare che tali importi pur costituendo una ipotesi di larga massima da affinare negli approfondimenti che successivamente si renderanno necessari, rappresenta comunque una valutazione complessivamente attendibile.
Si ritiene pertanto, comunque fondamentale, proporre tali valori anche con le limitazioni di cui sopra per poter giungere , ad una stima concreta dell'ordine di grandezza dell'impegno finanziario necessario per realizzare dei progetti percorribili.

Tabella riassuntiva costi/benefici

Intervento	Effetto	Costi Progettazione e realizzazione	Costi manutenzione annui	Note
1	----------	473.000.000	85.000.000	
2				
3				
4				
5	2.300/2.500 l/sec	525.000.000	330.000.000	
6	9.600 l/sec (60 punti con portata media di 160 l/sec9	4.500.000.000		Se si dovranno acquisire aree +1.700.000.000
7				
8				
9				
10				
Totali				

Proposte di sviluppo operativo

Giunti al termine di questa prima fase, e sulla base dei risultati che nel presente elaborato vengono esposti, si ritiene pertanto di proporre di procedere secondo il seguente percorso logico in tal senso:

1. Verifica mediante modellizzazione dell'efficacia degli interventi di primo livello e dell'eventuale necessità del ricorso ad ipotesi di interventi di grande dimensione in particolare per identificare una quota di falda ipotetica e difendibile di progetto;
2. Realizzazione contemporanea ed immediata degli interventi di primo livello proposti non solo per quanto riguarda gli interventi veri e propri ma anche relativamente alle procedure di sviluppo proposte nei singoli sottoprogetti;
3. Effettuazione di valutazioni specifiche costi/benefici degli eventuali interventi di grande dimensione risultati più idonei;
4. Realizzazione degli interventi di secondo livello ritenuti idonei (primari e di contorno) sia sotto il profilo dell'efficacia idraulica che sotto quello dei costi sostenibili.

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Cap. 1

Realizzazione di una rete di monitoraggio piezometrico della falda freatica della città di Milano e predisposizione di una sintesi delle situazioni di crisi segnalate

Marzo 1997

Realizzazione a cura di

Provincia di Milano,Regione Lombardia,Comune di Milano, Consorzio Acqua Potabile, Consorzio Villoresi, MM s.p.a., Unione del Commercio.

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:
Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali
- *Settore Idraulica*
- *Parco Agricolo Sud Milano*

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia
Regione Lombardia
- *Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Acque, Servizio Geologico.*
- *Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile*

Comune di Milano
- *Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente*

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua
Magistrato del Po
Autorità di Bacino Fiume Po
Azienda Consorzio Acqua Potabile
Consorzio Villoresi
MM s.p.a.
ATM
Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Hanno curato la realizzazione del presente elaborato:

Provincia di Milano - Coordinamento sottogruppo - Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali:
dott. Guido Rosti, dott. Luca Raffaelli, dott. Paola Raimondi.
Regione Lombardia - Servizio Geologico -
dott. Michele Presbitero, dott. Roberto Laffi.
Comune di Milano - Settori Acquedotto e Fognature;
dott. ing. Riccardo Airoldi, geom. Maurizio Pezzotti, geom. Riccardo Zanella.
Consorzio Acqua Potabile ;
dott. Giancarlo Peterlongo, dott.ssa Erminia degli Alessandrini.
Consorzio Villoresi;
dott. Ing. Lorenzo Del Felice;
MM s.p.a;
Ing. Fabio Marelli, geom. Gianpaolo Mandruzzato.
Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano;
dott. Cesare Poretti, arch. Alberto Bertani.

1) Modalità operative per la realizzazione di un sistema di monitoraggio piezometrico della città di Milano.

1.1) Reti omogenee di monitoraggio

Per definire correttamente reti omogenee di monitoraggio è indispensabile conoscere gli elementi idrogeologici caratteristici dell'area, che possono essere così riassunti:

- acquiferi costituiti dai depositi fluvioglaciali di natura essenzialmente ghiaioso-sabbiosa del Pleistocene medio (Wurm Auct.), che sono dotati di un'ottima produttività idraulica che non ha mai creato problemi quantitativi per l'approvvigionamento idrico sia pubblico che privato;
- presenza di oltre 900 pozzi, di cui circa 600 pubblici e circa 600 privati con tratte filtranti ubicate a differenti profondità. Di questi molti risultano disattivati sia per problemi di contaminazione sia per dismissione delle attività industriali,
- prelievo di acque sotterranee concentrato nell'immediato intorno delle centrali di pompaggio tutte collocate all'interno dei confini comunali o comunque nelle immediate vicinanze.

Per quanto concerne il modello concettuale del sottosuolo di Milano, con riferimento agli studi sino ad oggi eseguiti nella pianura milanese, lo stesso può essere suddiviso in tre distinte unità idrogeologiche, aventi nel loro insieme caratteri litologici e idraulici distribuiti con sostanziale omogeneità su settori arealmente significativi.
In particolare i sedimenti fluvioglaciali dell'unità "ghiaioso-sabbiosa" del Pleistocene superiore (Wurm Auct.), affioranti in superficie, sono sostituiti in profondità dalla unità "ghiaioso-sabbioso-limosa" del Pleistocene medio (Riss-Mindel Auct.) e quindi dall'unità a "conglomerati e arenarie basali" (Ceppo Auct.), quest'ultima non presente con continuità nell'area di studio. La successione sopra descritta si estende in profondità per circa 100 m e costituisce il cosiddetto "acquifero tradizionale", in quanto le falde in esso contenute (falda libera e falda semiconfinata) hanno costituito la risorsa idrica storicamente sfruttata nel milanese.
Nell'area esaminata la falda libera (unità ghiaioso-sabbiosa) si estende fino a circa 40-50 m di profondità ed è separata dalla sottostante falda semiconfinata da un livello argilloso di spessore variabile tra qualche metro fino a 5-6 m. Tale livello si individua con una buona continuità laterale su tutta l'area e si caratterizza dal punto di vista idraulico come acquitard.
I parametri idrogeologici medi caratteristici dell'acquifero tradizionale sono dati da trasmissività dell'ordine di 10^{-2} m^2/s, conducibilità idrica dell'ordine di 10^{-3} m/s e portata specifica di 10-20 l/s/m.
Le falde profonde sottostanti sono contenute all'interno di facies sia continentali e di transizione (unità sabbioso-argillosa), sia marine (unità argillosa) del Pleistocene inferiore e Calabriano. Litologicamente si tratta di sedimenti sabbioso-argillosi con una produttività idrica abbastanza limitata. Infatti non vengono superati valori di trasmissività di $5 \cdot 10^{-3}$ m^2/s, conducibilità idrica di circa $5 \cdot 10^{-4}$ m/s e portata specifica con valori limitati a qualche unità.
Da un punto di vista idraulico le unità dell'acquifero tradizionale sono in parte comunicanti e si caratterizzano quindi come un sistema monostrato multifalda. Infatti la falda libera superficiale e la falda semiconfinata hanno scambi idrici dovuti in particolare a cause naturali legate a fenomeni di drenanza e mancanza di continuità su tutto l'areale dell'aquitard interposto. Inoltre sono presenti scambi idrici legati alla mancata ricostruzione, nei pozzi più vecchi, degli orizzonti di separazione naturale tra le falde (presenza di dreno continuo all'esterno della colonna).
Le falde profonde sono invece idraulicamente separate da quelle più superficiali. Questa evidenza è testimoniata non solo dai diversi valori dei rispettivi carichi idraulici, ma soprattutto da caratteristiche idrochimiche e dai dati derivanti da specifici test di pompaggio eseguiti in pozzi "multifalda" dai tecnici dell'Acquedotto di Milano.

Sulla base del modello concettuale dell'idrogeologia esistente sopraesposto, dovranno pertanto venire individuate tre distinte reti omogenee di monitoraggio in particolare:

- Falda libera superficiale
- Falda semiconfinata
- Falda profonda

1.2) Nodi rete

Sulla base del modello concettuale precedentemente esposto, nonchè in considerazione della distribuzione areale dei punti disponibili e delle aree scoperte si può procedere a formulare una prima proposta relativa all'individuazione dei nodi rete della prima falda, che si può sintetizzare come segue:

Punti disponibili nell'area di interesse (Milano e comuni confinanti):

- *Falda libera superficiale*

Pozzi Acquedotto:	N.° 3 (Chiusabella, Linate, Testi)
Pozzi CAP:	N.° 6
Piezometri CAP:	N.° 1 (Porto di Mare)
Piezometri CAP - FEM (Fognature est Milano):	N.° 3
Piezometri MM Spa:	N.° 76
Piezometri Sett. Fognature:	N.° 32
Piezometri deviatore - Sett. Fognature:	N.° 31
Piezometri Rete Cave:	N.° 31

Altri:

piezometri Ospedale S. Paolo:	N.° 3
piezometri CESI:	N.° 3

N° 12 nuovi nodi che si renderà necessario realizzare ad hoc.

Segue l'elenco dei punti individuati della rete di prima falda:

Codice	Comune	Proprietà	Note
0159440001	Milano - C.le Chiusabella	Acquedotto	
0159480023	Milano - C.le Linate	Acquedotto	
0159370001	Milano - C.le Testi	Acquedotto	
0150110001	Assago	CAP	
0151710024	Peschiera B.	CAP	
0151820006	Rho	CAP	
0151820106	Rho	CAP	
0151950007	S. Giuliano M.se	CAP	
0151950012	S. Giuliano M.se	CAP	
Vasca Volano	Segrate	CAP	FEM
IBM	Segrate	CAP	FEM
Mezzate	Peschiera B.	CAP	FEM
1	Milano	MM S.p.a.	
2	Milano	MM S.p.a.	
3	Milano	MM S.p.a.	
4	Milano	MM S.p.a.	
5	Milano	MM S.p.a.	
6	Milano	MM S.p.a.	
7	Milano	MM S.p.a.	
9	Milano	MM S.p.a.	
10	Milano	MM S.p.a.	
11	Milano	MM S.p.a.	
12	Milano	MM S.p.a.	
14	Milano	MM S.p.a.	
15	Milano	MM S.p.a.	
16	Milano	MM S.p.a.	
18	Milano	MM S.p.a.	
19	Milano	MM S.p.a.	
21	Milano	MM S.p.a.	
22	Milano	MM S.p.a.	
23	Milano	MM S.p.a.	
26	Milano	MM S.p.a.	
27	Milano	MM S.p.a.	
28	Milano	MM S.p.a.	
29	Milano	MM S.p.a.	
30	Milano	MM S.p.a.	
31	Milano	MM S.p.a.	
32	Milano	MM S.p.a.	
34	Milano	MM S.p.a.	
35	Milano	MM S.p.a.	
36	Milano	MM S.p.a.	
38	Milano	MM S.p.a.	
40	Milano	MM S.p.a.	
45	Milano	MM S.p.a.	
46	Milano	MM S.p.a.	
49	Milano	MM S.p.a.	
52	Milano	MM S.p.a.	
53	Milano	MM S.p.a.	
54	Milano	MM S.p.a.	
55	Milano	MM S.p.a.	
Codice	Comune	Proprietà	Note
56	Milano	MM S.p.a.	

57	Milano	MM S.p.a.	
58	Milano	MM S.p.a.	
59	Milano	MM S.p.a.	
60	Milano	MM S.p.a.	
61	Milano	MM S.p.a.	
62	Milano	MM S.p.a.	
64	Milano	MM S.p.a.	
65	Milano	MM S.p.a.	
66	Milano	MM S.p.a.	
68	Milano	MM S.p.a.	
69	Milano	MM S.p.a.	
70	Milano	MM S.p.a.	
71	Milano	MM S.p.a.	
72	Milano	MM S.p.a.	
73	Milano	MM S.p.a.	
74	Milano	MM S.p.a.	
75	Milano	MM S.p.a.	
76	Milano	MM S.p.a.	
77	Milano	MM S.p.a.	
78	Milano	MM S.p.a.	
79	Milano	MM S.p.a.	
80	Milano	MM S.p.a.	
81	Milano	MM S.p.a.	
82	Milano	MM S.p.a.	
83	Milano	MM S.p.a.	
84	Milano	MM S.p.a.	
85	Milano	MM S.p.a.	
86	Milano	MM S.p.a.	
87	Milano	MM S.p.a.	
88	Milano	MM S.p.a.	
89	Milano	MM S.p.a.	
90	Milano	MM S.p.a.	
91	Milano	MM S.p.a.	
92	Milano	MM S.p.a.	
93	Milano	MM S.p.a.	
94	Milano	MM S.p.a.	
95	Milano	MM S.p.a.	
4	Milano	Sett. Fognature	
14	Milano	Sett. Fognature	
16	Milano	Sett. Fognature	
17	Milano	Sett. Fognature	
18	Milano	Sett. Fognature	
20	Milano	Sett. Fognature	
21	Milano	Sett. Fognature	
24	Milano	Sett. Fognature	
27	Milano	Sett. Fognature	
28	Milano	Sett. Fognature	
31	Milano	Sett. Fognature	
32	Milano	Sett. Fognature	
33	Milano	Sett. Fognature	
34	Milano	Sett. Fognature	
38	Milano	Sett. Fognature	
39	Milano	Sett. Fognature	
40	Milano	Sett. Fognature	
41	Milano	Sett. Fognature	
Codice	Comune	Proprietà	Note
43	Milano	Sett. Fognature	
50	Milano	Sett. Fognature	
53	Milano	Sett. Fognature	

54	Milano	Sett. Fognature	
55	Milano	Sett. Fognature	
56	Milano	Sett. Fognature	
57	Milano	Sett. Fognature	
58	Milano	Sett. Fognature	
69	Milano	Sett. Fognature	
71	Milano	Sett. Fognature	
72	Milano	Sett. Fognature	
73	Milano	Sett. Fognature	
77	Milano	Sett. Fognature	
81	Milano	Sett. Fognature	
piezometri	Milano	Sett. Fognature	Canale Deviatore
Pz1/GG1	Gaggiano	Cava Merlini	Rete Cave
Pz2/GG1	Gaggiano	Cava Merlini	Rete Cave
Pz1/MI1	Milano	Cava sabbia di Trezzano	Rete Cave
Pz2/MI1	Milano	Cava sabbia di Trezzano	Rete Cave
Pz1/MD1	Mediglia	Cava CMS	Rete Cave
Pz2/MD1	Mediglia	Cava CMS	Rete Cave
Pz1/NV1	Nova M.se	Cava Eges	Rete Cave
Pz2/NV1	Nova M.se	Cava Eges	Rete Cave
Pz1/PE1	Pero	Cava Bossi	Rete Cave
Pz2/PE1	Pero	Cava Bossi	Rete Cave
Pz1/SD1	S. Donato M.se	Cava Tecchione	Rete Cave
Pz2/SD1	S. Donato M.se	Cava Tecchione	Rete Cave
Pz1/SG1	Segrate	Cava Binella	Rete Cave
Pz2/SG1	Segrate	Cava Binella	Rete Cave
Pz1/SG2	Segrate	Cava CMS	Rete Cave
Pz2/SG2	Segrate	Cava CMS	Rete Cave
Pz1/SN1	Senago	Cava di Senago	Rete Cave
Pz2/SN1	Senago	Cava di Senago	Rete Cave
Pz1/SI1	Settimo M.se	Cava Monzoro	Rete Cave
Pz1/SI1	Settimo M.se	Cava Monzoro	Rete Cave
Pz1/ZI2	Zibido S. Giacomo	Cava Giuseppina	Rete Cave
Pz2/ZI2	Zibido S. Giacomo	Cava Giuseppina	Rete Cave
Pz1/ZI3	Zibido S. Giacomo	Cava Sannovo	Rete Cave
Pz2/ZI3	Zibido S. Giacomo	Cava Sannovo	Rete Cave
Pz1	Milano	Osp. S. Paolo	
Pz2	Milano	Osp. S. Paolo	
Pz1	Segrate	CESI	
Pz2	Segrate	CESI	

1.3) Ripristino di punti di monitoraggio esistenti in falda libera superficiale

La distribuzione areale dei punti di monitoraggio disponibili non è omogenea sul territorio , risulta pertanto necessario poter ripristinare la funzionalità di tutti i punti ritenuti significativi e che al momento sono inutilizzabili per degrado dell'opera (franamenti, intasamenti, etc.).
In particolare il Settore Fognatura possiede 88 piezometri distribuiti omogeneamente sull'intero territorio comunale, la maggior parte dei quali (56) non sono più misurabili per i problemi citati.
E' necessario inoltre procedere ad una verifica sistematica dell'attendibilità e significatività di talune misure sulla maglia dei punti già attivi; l'elaborazione dei dati spesso incontra qualche difficoltà, verificando talora discordanze apprezzabili tra i valori assunti singolarmente e l'andamento generale della piezometria.

1.4) Quotatura dei nodi della rete di monitoraggio.

Per poter effettuare corrette valutazioni sulle misure piezometriche rilevate, risulta assolutamente indispensabile disporre per ogni nodo della quota di riferimento assoluto in metri sul livello del mare.
Al momento le quote assolute di riferimento altimetrico associate ai singoli punti misurati non sono state accertate e validate; talune di esse potrebbero costituire la causa di errori interpretativi nella misurazione finale del livello assoluto della falda.
Risulta pertanto indispensabile verificare le quote assolute di riferimento altimetrico ai punti di misura e quindi predisporre una campagna topografica di rilevamento ad hoc per correggere ed integrare i dati disponibili.
Risulta percorribile, anzichè procedere secondo rilevamenti ottici tradizionali, l'utilizzo di una tecnologia G.P.S., che con una sufficiente precisione consente, oltrechè una notevole rapidità di esecuzione, anche la contemporanea verifica delle coordinate Gauss Boaga.
Tale progetto può essere sintetizzato come segue:

- attraverso un rilievo G.P.S. di tipo differenziale, in modalità statico-rapida, a singola o doppia frequenza, effettuato in condizioni di sufficiente visibilità satellitare, anche in centri urbanizzati, è possibile raggiungere una buona affidabilità nel rilievo ed una elevata precisione strumentale;
- i margini di errore nella valutazione delle quote sono da attribuire solo in minima parte ad errori strumentali, per i quali esistono procedure standard di controllo, piuttosto dipendono dalla corretta valutazione del geoide locale. Si ricordi infatti che le misure fornite dal ricevitore G.P.S. sono riferite all'ellissoide geocentrico WGS84, queste vanno opportunamente ricondotte alle quote ortometriche tramite la conoscenza di N = H-h (N = ondulazione del geoide, H = quote m s.l.m., h = quote ellissoidiche);
- i punti noti su cui "agganciare" il rilievo G.P.S. alla cartografia locale e con i quali valutare le oscillazioni del geoide, devono essere scelti secondo criteri di omogeneità ed opportunamente controllati;
- la procedura per l'individuazione di punti geodetici affidabili all'interno del territorio, attraverso la ribattitura dei punti con G.P.S. e la taratura del modello di geoide locale, offre la possibilità di valutare eventuali fenomeni di subsidenza avvenuti successivamente alla determinazione dei punti geodetici stessi.
- nei caso in cui, per problemi logistici o per la scadente ricezione del segnale, non fosse possibile accedere alla testa-pozzo con l'antenna G.P.S., si può prevedere un collegamento tramite livellazione ottica.

1.5) Modalità e frequenza delle campagne di rilevamento

L'effettuazione fisica delle misure è a carico dei rispettivi Enti proprietari dei punti di misura individuati, che invieranno contestualmente i dati agli uffici provinciali per le successive elaborazioni. Per quanto concerne la tempistica relativa all'effettuazione delle campagne di misura si è individuato quanto segue:

- Falda libera superficiale: frequenza semestrale (eventualmente trimestrale)
- Falda semiconfinata: frequenza semestrale
- Falda profonda: frequenza semestrale

Alcuni punti di misura (11/13) verranno inoltre dotati di sonde automatiche di monitoraggio che rileveranno il livello piezometrico in continuo consentendo anche elaborazione sulle oscillazioni di dettaglio stagionali.
Le stazioni periferiche sono composte da un contenitore stagno ubicato in prossimità della testa del pozzo (generalmente nella cameretta avanpozzo) al cui interno sono ricoverati i componenti elettronici delle sonde mod. Hydrodata 1256 con data-logger, alimentatori di tensione, ecc. I dati immagazzinati nella memoria interna sono protetti da una batteria al litio in caso di mancanza di energia. Sono stati recentemente montati degli stabilizzatori di corrente per evitare danneggiamenti alla stazione.

Questa stazione è collegata, tramite un cavo elettroportante, ad una sonda per la misurazione della temperatura e della conducibilità elettrica, ed ad un altro cavo elettroportante con all'interno un tubo di compensazione che serve per regolare la misura della sonda di livello dell'acqua, alle variazioni della pressione atmosferica.

Queste sonde misurano tre parametri:

- livello dell'acqua di falda (m);
- temperatura (C°);
- conducibilità elettrica (µS/m).

La lettura del dato viene effettuata ogni minuto e la media oraria viene memorizzata all'interno della stazione. Il trasferimento dei dati avviene mediante collegamento ad un normale PC portatile.

Per quanto concerne l'acquisto delle sondine, la loro messa in posa, la relativa manutenzione e il trasferimento dei dati accumulati nelle memorie di ogni singola attrezzatura è a totale carico della Provincia di Milano.
I piezometri che verranno dotati di tali sonde automatiche dovranno essere opportunamente quotati (m m.s.l.m.) e possedere un diametro di almeno di 4''.
I punti individuati sono i seguenti:

1. Piezometro N.° 70 della MM Spa;
2. Piezometro N.° 71 della MM Spa;
3. Piezometro N.° 72 della MM Spa;
4. Piezometro N.° 75 della MM Spa;
5. Piezometro N.° 80 della MM Spa;
6. Piezometro Ospedale S.Paolo;
7. Piezometro CESI;
8. Piezometro Autosilos in via S. Pietro all'Orto;
9. Piezometro autosilos in P.za della Repubblica;
10. Da localizzare in Comune di S. Donato M.se;
11. Da localizzare in zona C.so Lodi;

12. Da riservare per situazioni di emergenza;
13. Da riservare per situazioni di emergenza.

1.6) Modalità di prevenzione della contaminazione rispetto ai punti di captazione potabili.

Uno dei fenomeni connessi all'innalzamento freatimetrico in analisi, risulta il possibile trascinamento di inquinanti presenti nella zona prima insatura e ora mobilizzati dal flusso idrico sotterraneo.
Tale indesiderato fenomeno desta gravi preoccupazioni in quanto talora, sia per la mancata continuità areale dell'acquitard sopracitato, sia per l'esistenza di vecchi pozzi con dreno continuo esteso sull'intero acquifero tradizionale, la falda libera superficiale e quella semiconfinata risultano in comunicazione; è pertanto ipotizzabile che si verifichi un passaggio di acque contaminate verso l'acquifero normalmente sfruttato ad uso potabile.
Si ritiene pertanto indispensabile affiancare alle misure freatimetriche, anche opportune campagne analitiche che consentano, insieme alle analisi già condotte di routine, di identificare con sufficiente anticipo l'arrivo di plumes inquinanti ai punti di approvvigionamento idropotabile.
Tale attività si potrebbe svolgere secondo le seguenti linee operative :

Prelievi almeno annuali, in corrispondenza del 50 % dei nodi rete che saranno disponibili;
Effettuazione di analisi che prevedano almeno i seguenti parametri: C3+Composti organo alogenati.

1.7) Modalità di restituzione cartografica.

Tutta l'attività di restituzione cartografica, archiviazione ed elaborazione dati è a carico della Provincia di Milano.
In particolare, successivamente alle campagne di misura, verrà prodotta la seguente cartografia:
1. Carte isopiezometriche di ogni singola falda monitorata - scala 1:25.000;
2. Carta della soggiacenza della prima falda - scala 1:25.000;
3. Grafici dell'andamento del livello di falda superficiale su N° 10 punti misurati mensilmente - i grafici illustreranno le oscillazioni dal 1990, con aggiornamento ad ogni misura effettuata;
4. Carta annuale della differenza di quota registrata nel periodo di interesse - scala 1:25.000;
5. Carte rappresentative dell'andamento in falda dei principali parametri di contaminazione

Tutte le elaborazioni verranno fornite al Gruppo di coordinamento; per quanto concerne invece la divulgazione dei dati si prevede di effettuare una pubblicizzazione degli stessi mediante comunicati stampa sintetici, che descrivano chiaramente l'evoluzione del fenomeno. Tali informazioni potranno essere trasmesse anche su "Televideo" e su Internet.

2) Modalità relative alla mappatura delle situazioni di crisi.

La Provincia di Milano ha predisposto ormai da tempo un N° di fax (77403502) al quale tutti gli interessati potessero trasmettere informazioni relative alle situazioni di crisi esistenti.
Purtroppo a causa della reticenza alla comunicazione degli stati di crisi, conseguente al timore di subire aggravi dei costi per lo scarico di acqua in fognatura od imposizioni tributarie, non sono pervenute sufficienti informazioni a identificare in maniera corretta le dimensioni reali del problema.
Si è cercato più volte di ovviare a tale situazione assicurando, mediante comunicati stampa, la volontà da parte degli Enti responsabili di non perseguire in alcun modo i cittadini che segnalassero situazioni di crisi connesse all'innalzamento della falda.
E' stata inoltre predisposta la seguente scheda che nelle intenzioni dovrebbe fornire i dati minimi necessari a censire le varie situazioni.

Provincia di Milano

Settore Ecologia
U.O.Tecnica Progetti Speciali

Scheda di rilevamento situazioni di crisi a seguito dell'innalzamento freatico

Ubicazione :
Tipologia e N° dei locali danneggiati:
Superficie complessivamente danneggiata o inutilizzabile:
Quantità dei pompaggi effettuati
Data di inizio del fenomeno:
Livello acqua attualmente presente dal piano stradale:
Riferimento e recapito telefonico

Data_____

Firma_____

Tutte le situazioni di cui si verrà via via a conoscenza verranno, se possibile ubicate su di una carta digitalizzata con restituzione prevalentemente 1:25.000 distinguendo le seguenti tipologie:

- Metropolitana
- Strutture Pubbliche
- Strutture private

Al momento le situazioni censite sono le seguenti:

1	S.a.S Immobiliare Provvisoria	L.go Corsia dei Servi 3
2	Condominio	C.so Lodi 65
3	Italia Nostra	Abbazia di Chiaravalle
4	Amm.ni Immobiliari Prini & Prini	Via Cassano d'Adda 27
5	Matteotti Parking	Via S. Pietro all'Orto 8
6	Lazzaretto Finocchiaro Garage	Via Lazzaretto angolo Via Finocchiaro
7	Condominio	V.le Omero 26
8	Autosilo Pontaccio	Via Pontaccio 8/10
9	Autosilo Repubblica	P.za della Repubblica 14
10	Autosilo - Amministratore	Via S. Sofia 8/10
11	Coop. Edificatrice Rogoredo	Via Medea 10
12	Condominio	Via Vittorini 32
13	Studio Monti - Condominio	Via Lamarmora 1
14	Condominio	Via Sacconi 4
15	Schnell Hico Italia Sez. Autoparcheggi	P.zza Beccaria
16	Condominio - Amministratore	Via Mecenate 103
17	Centro Tumori	P.le Gorini
18	Ospedale s. Paolo	Via Di Rudinì
19	im.co 2 Soc. coop. edilizia a r.l.	P.za Tommaseo
20	ing. Fabio Gilardoni Condominio	Via Dalmazia 3
21	Condominio	Via Mecenate 107
22	Condominio - Amm. U. De Rosa	Via Uccelli di Nemi 3
23	Garage - Amm. Cesare Villa	Via Cerva 25/1
24	Centro Sportivo Cul. Asteria	P.zza Carrara 17/1
25	Condominio - Ing. Gilardoni	Via Marochetti 19/21
26	Autosilos	P.zza Borromeo
27	Xenios s.r.l.	Via Soresina 14
28	CESI	Via Rubattino

Alla cartografia verra quindi collegato un data base che conterrà le specifiche disponibili di ogni singola situazione considerata.

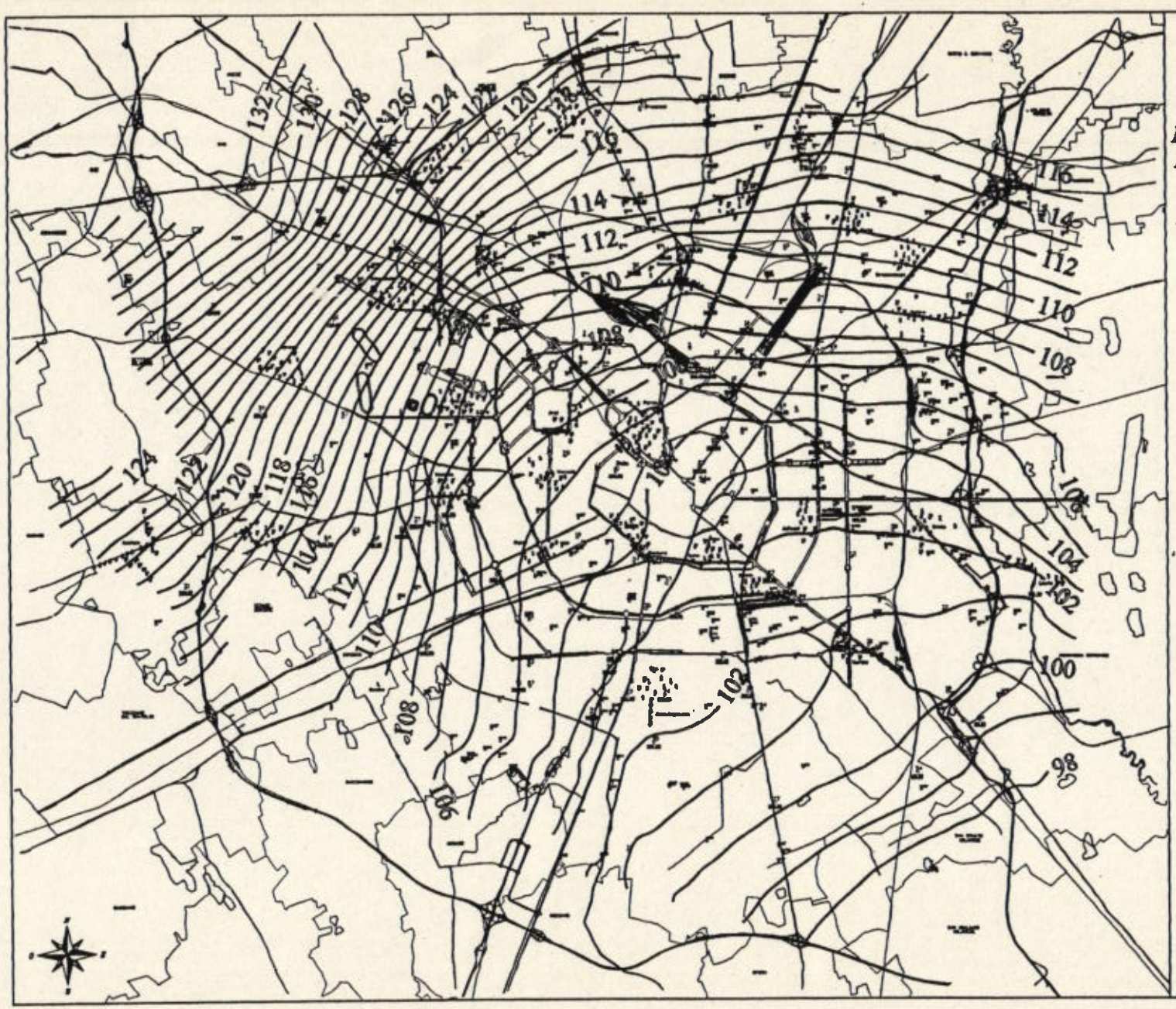
3) Costi relativi alla realizzazione di un sistema di monitoraggio freatimetrico della città di Milano.

Attività	Costi
Effettuazione misure	L. 5.000.000
Terebrazione piezometri ad hoc(N°12)	L. 60.000.000
Effettuazione elaborazioni (2 geologi/anno)	L 75.000.000
Predisposizione sonde automatiche(13)	L. 300.000.000
Suddivisione dei punti di monitoraggio per acquifero trattato	L. 7.000.000
Ripristino funzionalità punti di misura	L. 5.000.000
Quotatura dei nodi della rete	L. 100.000.000
Acquisto strumentazione di misura manuale dei livelli	L. 1.000.000
TOTALE	L. 553.000.000

Costi relativi alla mappatura delle situazioni di crisi.

Attività	Costi
Archiviazione, elaborazione e restituzione cartografica	L. 5.000.000
TOTALE	L. 5.000.000

Costi totali dell'attività di Mappatura e Monitoraggio	L. 558.000.000



PROVINCIA DI MILANO

Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

CARTA PIEZOMETRICA FALDA LIBERA
(m s.l.m.)

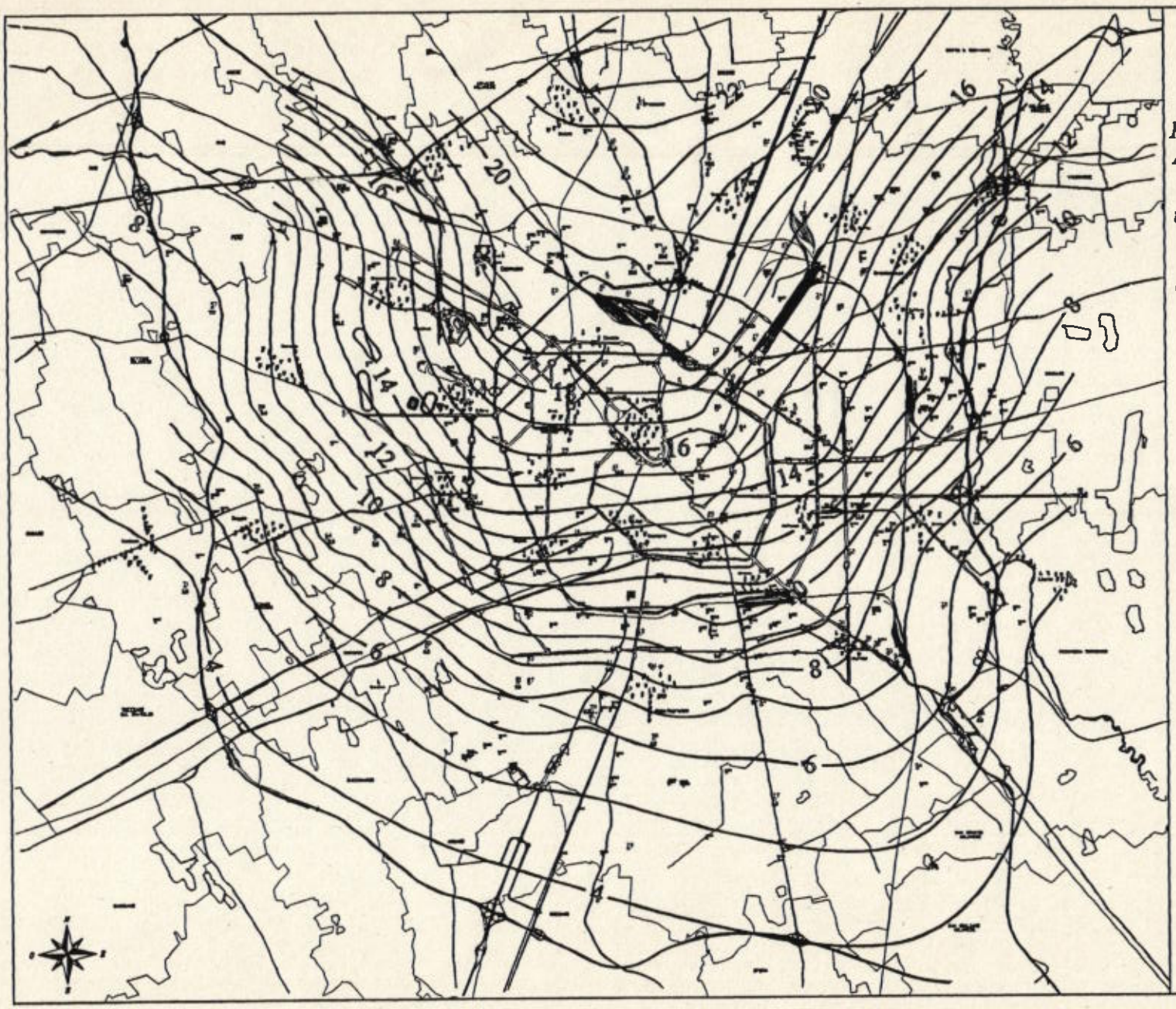
MARZO 1997

LEGENDA

- Pozzo Acquedotto Milano
- Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (attivo)
- Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (disattivo)
- Piezometro della rete della Metropolitana Milanese S.p.A.
- Pozzo privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falda



PROVINCIA DI MILANO

Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

CARTA DELLA SOGGIACENZA
(m da p.c.)

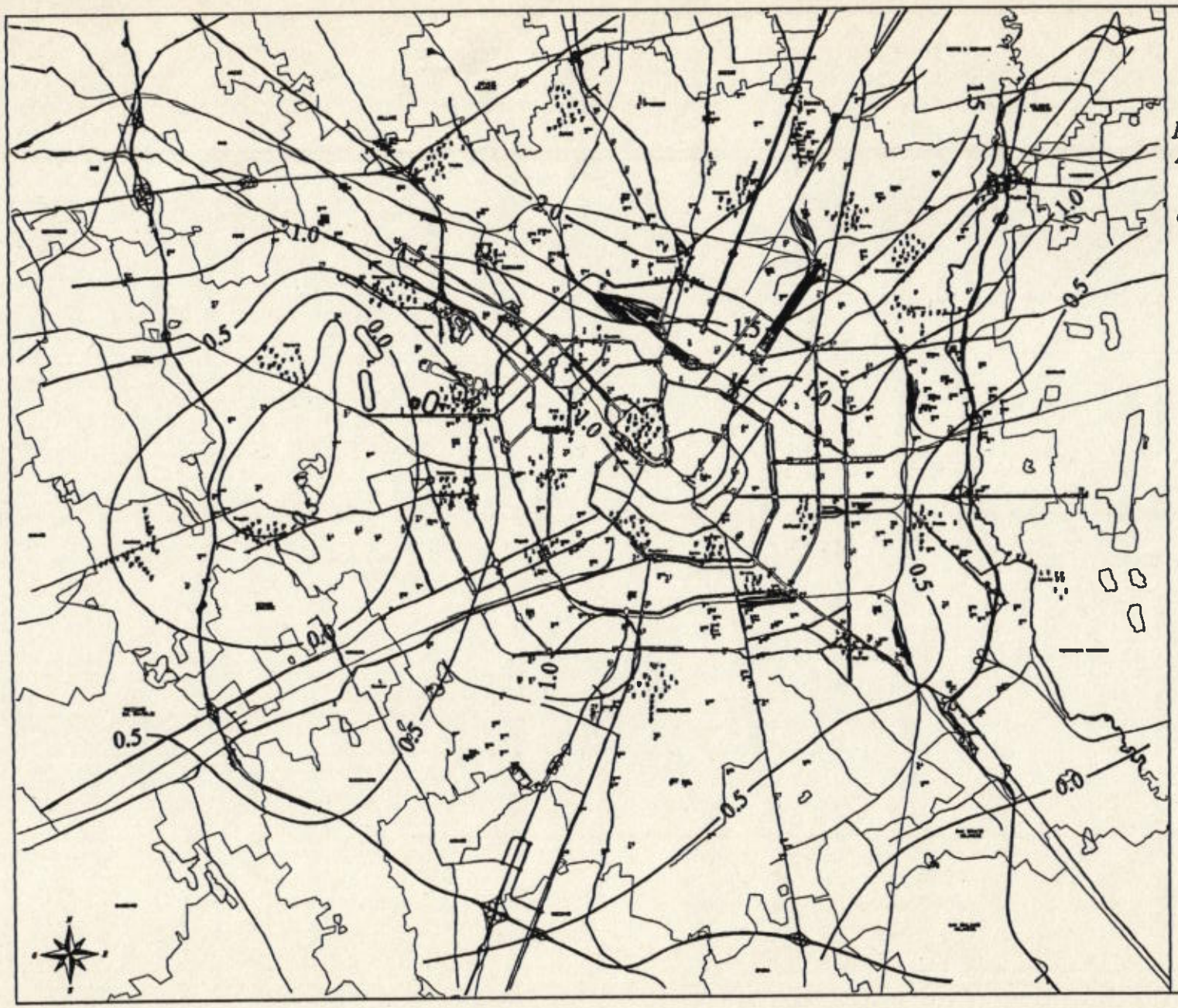
MARZO 1997

LEGENDA

- *Pozzo Acquedotto Milano*
- *Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (attivo)*
- *Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (disattivo)*
- *Piezometro della rete della Metropolitana Milanese S.p.A.*
- *Pozzo privato*

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falda



PROVINCIA DI MILANO

Assessorato all'Ambiente

Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

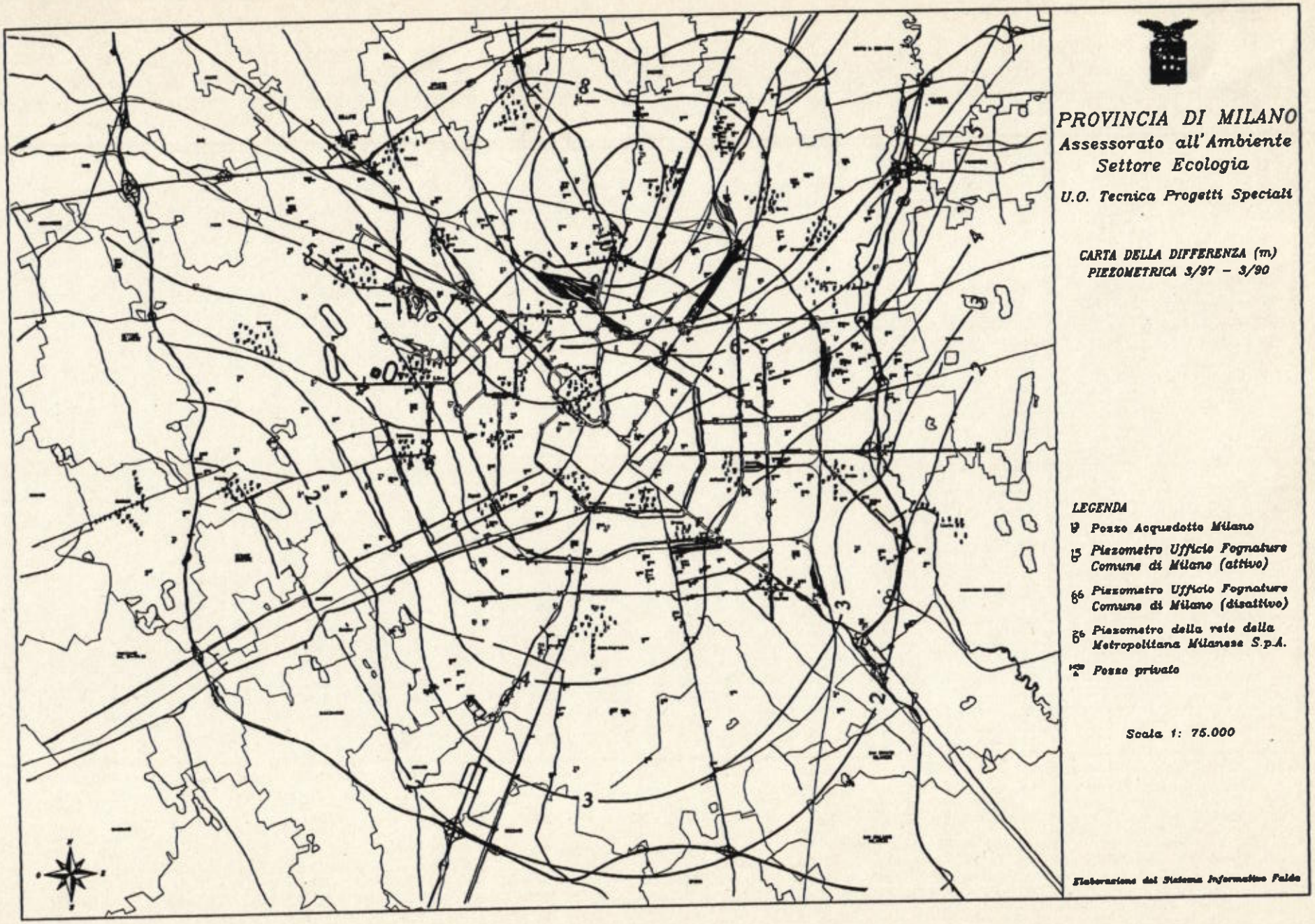
CARTA DELLA DIFFERENZA (m)
PIEZOMETRICA 3/97 - 3/96

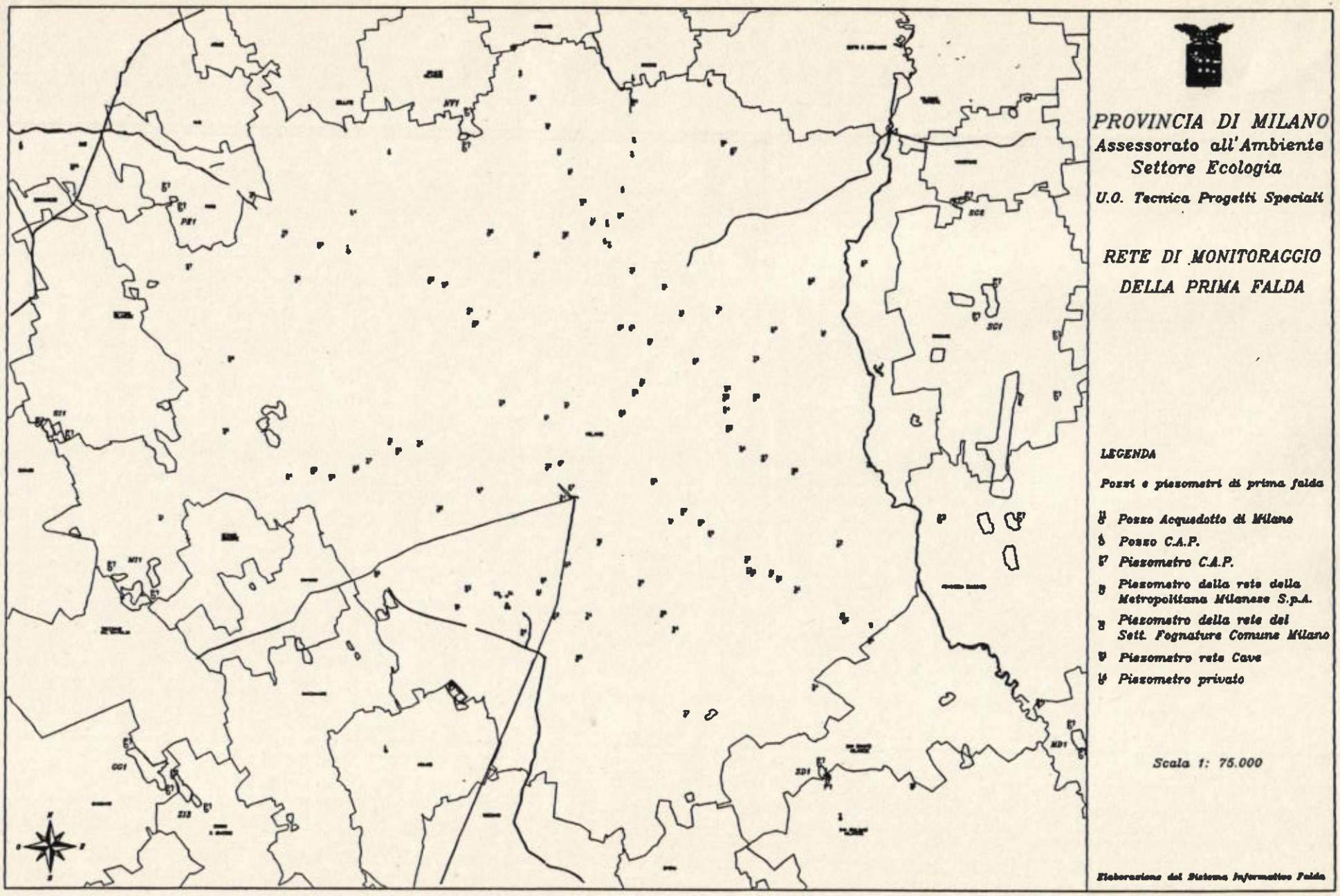
LEGENDA

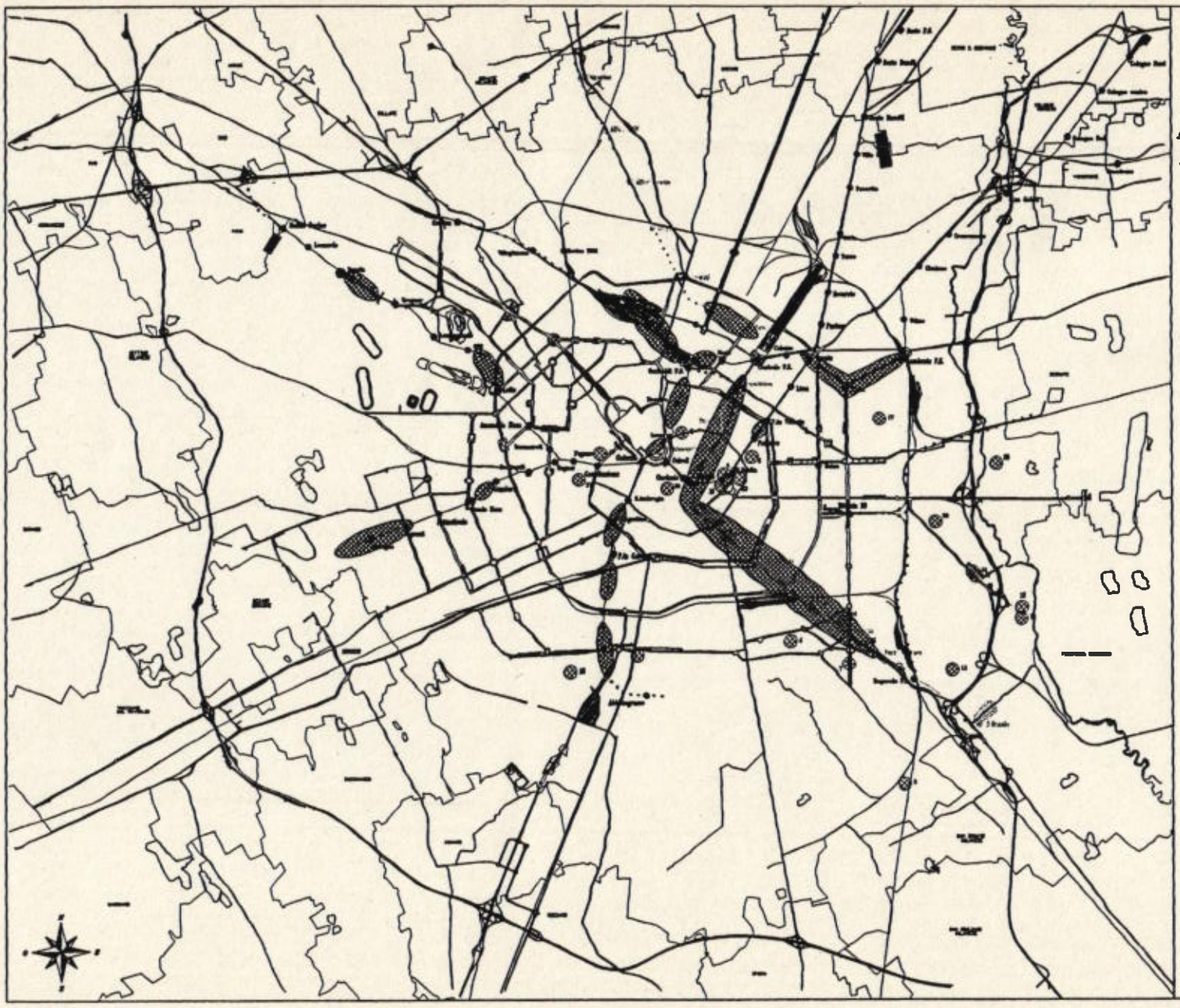
- Pozzo Acquedotto Milano
- Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (attivo)
- Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (disattivo)
- Piezometro della rete della Metropolitana Milanese S.p.A.
- Pozzo privato

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falda


PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia
U.O. Tecnica Progetti Speciali
CARTA DELLA DIFFERENZA (m)
PIEZOMETRICA 3/97 - 3/90
LEGENDA
Pozzo Acquedotto Milano
Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (attivo)
Piezometro Ufficio Fognature Comune di Milano (disattivo)
Piezometro della rete della Metropolitana Milanese S.p.A.
Pozzo privato
Scala 1: 75.000
Elaborazione dal Sistema Informativo Falda


PROVINCIA DI MILANO
Assessorato all'Ambiente
Settore Ecologia
U.O. Tecnica Progetti Speciali
RETE DI MONITORAGGIO
DELLA PRIMA FALDA
LEGENDA
Pozzi e piezometri di prima falda
Pozzo Acquedotto di Milano
Pozzo C.A.P.
Piezometro C.A.P.
Piezometro della rete della Metropolitana Milanese S.p.A.
Piezometro della rete del Sett. Fognature Comune Milano
Piezometro rete Cave
Piezometro privato
Scala 1: 75.000
Elaborazione del Sistema Informativo Falda



PROVINCIA DI MILANO

Assessorato all'Ambiente

Settore Ecologia

U.O. Tecnica Progetti Speciali

CARTA DELLO STATO DI CRISI DOVUTA ALL'INNALZAMENTO DELLA FALDA

Marzo 1997

LEGENDA

Aree di crisi segnalate

- Metropolitana
- Strutture pubbliche
- Strutture private
- Acquedotto di Milano
- Nome della centrale

Scala 1: 75.000

Elaborazione del Sistema Informativo Falda

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Cap. 5

Prima valutazione della possibilità di utilizzo di bacini di cave nel sud-Milano,
finalizzata al deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua

Marzo 1997

Realizzazione a cura di

Provincia di Milano
Settore Ecologia - U.O.Tecnica Progetti Speciali - Ufficio Cave

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:
Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali

- *Settore Idraulica*
- *Parco Agricolo Sud Milano*

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia
Regione Lombardia

- *Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Geologico e tutela delle acque..*
- *Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile*

Comune di Milano

- *Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente*

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua
Magistrato del Po
Autorità di Bacino Fiume Po
Azienda Consorzio Acqua Potabile
Consorzio Villoresi
MM s.p.a.
ATM
Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Hanno curato la realizzazione del presente elaborato:

Provincia di Milano
Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali, Ufficio Cave; *dott. Guido Rosti, dott.Emilio Denti, dott. Ing. Maurizio Paggi, dott.Gianni Porto, dott. Andrea Zelioli.*

1. Premessa

Il costante innalzamento della falda, iniziato dopo molti anni di progressivo abbassamento nei primi anni '90 e non ancora cessato, sta determinando in alcune aree del milanese gravi disagi dovuti alla sempre più frequente interferenza delle acque di falda con le strutture sotterranee.

Il fenomeno si manifesta in modo molto spiccato in tutto il settore a nord-est della città di Milano (area in passato fortemente industrializzata) ma è soprattutto l'area sud-orientale della città che maggiormente presenta problemi connessi con l'innalzamento della superficie freatica.

Ciò è dovuto alla soggiacenza della falda che dai 24 m dal p.c. a Nord della città si riduce a 6 m lungo il confine meridionale, avvicinandosi in modo preoccupante alla superficie topografica.

Tra i fattori che hanno contribuito all'innalzamento delle superfici piezometriche della prima e della seconda falda, determinante è stata la variazione dei regimi dei prelievi effettuati dai pozzi e dalle teste dei fontanili.

La riattivazione di questi ultimi, che hanno sempre svolto una naturale funzione di riequilibrio del bilancio idrologico dell'area in quanto naturale emergenza della superficie freatica, può assumere un importante ruolo tra gli interventi previsti nel piano di riequilibrio della falda.

Ad integrazione di questi interventi un importante ruolo può essere dato dal deflusso di acque di falda dalle cave che circondano la metropoli.

Una cava agisce, perla parte a monte, analogamente a un pozzo di prelievo, in quanto finisce per l'assorbire le acque di una regione a monte anche alquanto estesa, facendo convergere verso di sé le sue acque, in specie se la cava è molto ampia (una decina di ettari e più).

Nel tratto a monte della cava, per compensare la maggiore portata determinata dall'apertura dello scavo nella falda, la pendenza della falda aumenta.

Si verifica quindi che nel tratto a monte la cava determina abbassamenti della falda e a valle simmetrici sollevamenti.

La presenza della cava induce, come sottolineato in precedenza, un richiamo di acque superiore a quello preesistente verso il settore interessato dagli scavi, operando un'azione di drenaggio.

Si assiste quindi ad un incremento delle portate affluenti all'area di cava dopo l'apertura dello scavo in falda, incremento che viene accentuato pesantemente qualora si effettui una derivazione e conseguente deflusso delle acque di falda nella rete irrigua.

Una derivazione delle acque di falda ed il loro convogliamento nella rete idrica superficiale fa aumentare il fronte di richiamo delle stesse, incrementando gli effetti sopra evidenziati (abbassamenti a monte).

Si prenderanno in considerazione le cave e/o gli specchi lacustri che ricadono nell'area dove più manifesto è il problema dell'innalzamento della falda e la sua interferenza sulle strutture sotterranee.

Il favorire quindi il deflusso delle acque sotterranee convogliandole nella rete idrica superficiale (collegato ed integrato ad altri interventi quali la riattivazione dei fontanili lungo la cintura metropolitana) può costituire uno strumento utile per il riequilibrio della falda.

2. Proposta di intervento

Sono state in primo luogo considerate le principali cave in falda che circondano l'area metropolitana milanese lungo i confini orientale, meridionale ed occidentale, come evidenziato nell'allegata cartografia a scala 1:100.000.

Oltre alle cave in attività sono stati individuati i bacini lacustri che sono il prodotto di una passata coltivazione ed attualmente adibiti a pesca sportiva o ad attività ricreative, come i laghi a Sud dell'Idroscalo, in Comune di Peschiera Borromeo.

La prima fase di lavoro è consistita principalmente nell'individuazione dei possibili recapiti delle acque derivate dai bacini lacustri e nella valutazione delle modalità di deflusso delle stesse (naturale o forzato).

E' stata a tale scopo predisposta una scheda, per ogni cava interessata dal progetto, con l'indicazione della quota piezometrica e di quella del punto di recapito delle acque di falda, oltre all'ubicazione a scala 1:10.000 dei possibili punti di derivazione in relazione al recapito ipotizzato.

Sulla base di queste preliminari informazioni si sono valutate le modalità di deflusso e le portate coinvolte in relazione anche a quanto viene attualmente derivato in alcune cave, fra le quali la Cava Boscaccio di Gaggiano.

Le cave che in prima analisi potrebbero risultare idonee sono le seguenti:

Cava	Comune	Cava	Comune
Bossi	**Pero**	**Monteverde**	**Colturano**
Monzoro	**Settimo Milanese**	**Mediglia**	**Mediglia**
Sabbia Trezzano	**Milano**	**Manara**	**Peschiera Borromeo**
Merlini	**Trezzano sul Naviglio**	**Giunone**	**Pioltello**
Sannovo	**Zibido S.Giacomo**	**Cantoni**	**Pioltello**
Carcana	**Zibido S. Giacomo**	**Binella**	**Segrate**
Inerti Beton	**Zibido S. Giacomo**	**Cassinella**	**Segrate**
Basiglio	**Basiglio**	**"laghetti"**	**Peschiera Borromeo**
Cosmocal	**S.Donato Milanese**		

Un ruolo importante rivestono le cave poste nel settore sud-orientale della città, dove rilevanti sono i problemi alle strutture sotterranee connessi con il sollevamento della falda.

Numerose segnalazioni in questo senso sono pervenute dalle aree di Via Mecenate-P.za Ovidio, Corso Lodi, Chiaravalle.

Assume quindi un ruolo fondamentale per quest'area il drenaggio che potrà essere determinato dalla cava Cosmocal di San Donato Milanese, strettamente collegato ad altri interventi finalizzati.

Come evidenziato nella premessa il deflusso delle acque di falda deve essere potenziato anche attraverso i fontanili, soprattutto in settori dove questi ultimi rivestono un ruolo peculiare nel sistema idrico superficiale.

E' il caso dell'area Bareggio-Cusago dove sono presenti due laghi di cava che, pur presentando una potenziale idoneità al deflusso delle acque di falda, sono inseriti territorialmente in una zona particolarmente ricca di fontanili (fra i quali la Riserva Naturale del Fontanile Nuovo).
Si è ritenuto quindi, in questa prima fase di lavoro e per tale area, non considerare i progetti relativi ai bacini delle due cave, privilegiando al momento interventi finalizzati al recupero o al potenziamento dei fontanili il cui ruolo può risultare maggiormente efficace.

In altre situazioni deve essere prevista l'azione combinata deflusso acque di cava-fontanili. E' il caso ad esempio della Cava Sabbia di Trezzano, con la presenza di importanti fontanili, come evidenziato nella scheda allegata.

Da questa prima valutazione sull'utilizzo dei bacini di cava si evidenzia la possibilità di un deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua ipotizzabile complessivamente in 2300-2500 l/s.
Questo valore è da ritenersi piuttosto cautelativo, soggetto presumibilmente ad un possibile incremento a seguito di verifiche di dettaglio che saranno oggetto della seconda fase del progetto.

La tabella allegata indica le portate e le modalità di deflusso per singolo bacino, oltre ai punti individuati per la derivazione.

3. Indicazioni sulle fasi successive di intervento

Prima di giungere ad una vera e propria progettazione dei singoli interventi è necessario procedere ad una indagine molto più dettagliata delle singole aree.
Studi finalizzati devono portare all'ottimizzazione delle portate da derivare in relazione alla potenzialità idrica della rete superficiale interessata dal deflusso delle acque.

Questa seconda fase dovrà sviluppare e verificare quanto qui di seguito sintetizzato:

- Analisi delle oscillazioni stagionali della falda per ogni singola area di intervento

  Una prima valutazione è stata necessariamente compiuta nello sviluppo della fase precedente dove sono state considerate le oscillazioni della falda dal 1992 al 1995.
  Ciò ha permesso di distinguere aree con fluttuazioni su base annua pari a 4-4.5 m nella porzione settentrionale (Pero ad Ovest e Cernusco sul Naviglio ad Est), che si riducono a meno di 2 m verso Sud (Cusago e Bareggio) fino ad oscillazioni dell'ordine del metro in tutta l'area meridionale.

  Valori medi di oscillazione stagionale della falda riferiti al periodo 1992-1995 sono riportati nella tabella seguente.

Comune	Oscillazione stagionale media (m)
Pero	3.5-4
Settimo Milanese	1.5-2
Trezzano s.N-Gaggiano	1-1.5
Zibido San Giacomo	0.5-1
Basiglio	0.5-1
San Donato Milanese	1-1.5
Colturano	1
Mediglia	1
Peschiera Borromeo	1
Pioltello	3
Segrate	2.5-3

In fase progettuale l'analisi delle oscillazioni freatimetriche costituirà uno degli elementi basilari per la determinazione delle portate medie e massime da derivare per garantire un deflusso costante delle acque sotterranee dai bacini lacustri, nonché la verifica sulle modalità di deflusso (naturale o forzato).

- Si procederà a sopralluoghi finalizzati alla verifica dei punti di derivazione già individuati, soprattutto in relazione alle previsioni di ampliamento dell'attività estrattiva (si veda ad esempio le aree di pertinenza della Cava Manara di Peschiera Borromeo e la Cava Inerti Beton di Zibido San Giacomo).
  Dovranno inoltre essere verificati e/o determinati con certezza in questa fase i seguenti punti:
  * quota del punto di derivazione
  * quota del canale ricettore, profondità e sezione
  * calcolo della massima portata di deflusso
  * definizione della portata da derivare
  * valutazione modellizzata degli effetti sulla falda, nell'intorno della cava, del deflusso delle acque sotterranee.

- Si dovrà poi procedere alla scelta del reticolo idrico e del suo sviluppo a livello territoriale; ciò fornirà elementi utili alla programmazione delle acque derivate in funzione del loro utilizzo.

- Per utilizzi irrigui si dovrà determinare il rapporto tra volumi idrici richiesti per l'irrigazione e i volumi derivati dalle acque di falda, al fine di poter ridurre i volumi di acqua da erogare dai principali canali (Villoresi e Martesana), tenendo presente il contributo fornito dagli interventi di deflusso delle acque sotterranee.

- E' quindi indispensabile la connessione con i Consorzi Irrigui competenti.

- In questa seconda fase di intervento verranno definite le modalità di derivazione che costituiscono il fattore preponderante nella determinazione degli esatti costi di progetto.

- I costi sono legati ai seguenti fattori:
  * Necessità di sollevamento delle acque per il loro convogliamento nella rete idrica superficiale.
  * Necessità di creare un collegamento tra la roggia di deflusso e il lago di cava. In quest'ultimo caso i costi sono in funzione sia della lunghezza del canale di collegamento, sia dalla proprietà della superficie di terreno coinvolto per la sua realizzazione. Non deve inoltre essere esclusa la possibilità di ottenere l'occupazione urgente di suolo interessato dalle opere progettate, se non di proprietà della cava, con ulteriore aggravio dei costi. Questo aspetto potrà essere definito solo in fase progettuale.

- Verranno inoltre considerati i laghi di cava a Sud del Canale Villoresi presenti nella fascia settentrionale e nord-orientale dell'area urbana milanese quali:
  * Cava Nord di Paderno Dugnano
  * Polo estrattivo di Cernusco sul Naviglio (Cave Merlini, Increa, Visconta e G.&B.).

  In questi casi si dovranno definire i rapporti tra acque sotterranee e gli importanti sistemi di irrigazione (Canale Villoresi e Naviglio della Martesana).

- Un aspetto importante assumono la Cava Nord di Paderno Dugnano e la Cava Merlini di Cernusco. Queste sono soggette ad immissioni delle acque dal C.le Villoresi che vanno ad alimentare i laghi adibiti a pesca sportiva, allo scopo di favorire l'ossigenazione e il ricambio delle acque.

  Alla luce delle nuove condizioni idrogeologiche dell'area, va valutata l'indispensabilità delle immissioni e quindi verificata la possibilità di sospensione di questa ricarica con sostituzione mediante acqua di falda.

Ad ulteriore integrazione dei possibili interventi individuati in questa prima fase di lavoro, verranno inoltre presi in considerazione i laghi presenti nel settore sud-occidentale della città di Milano, costituiti da cave ormai cessate dopo l'entrata in vigore della normativa regionale in materia di cave (L.R. 18/82) :

Cava	Comune
Quinto Romano - mi 3	**Milano**
Ronchetto - mi 2	**Milano**
C.na Bassa - mi 6	**Milano**

4. Stima dei costi

Per la stima complessiva dei costi si fa riferimento a situazioni progettuali medie; i costi saranno con maggiore precisione definiti nella seconda fase di lavoro essendo strettamente legati ai risultati delle indagini di dettaglio.

- Costi per approfondimenti e studi propedeutici di definizione delle singole situazioni — lire 10.000.000

  Costo del personale, considerando un impegno continuativo di 3 mesi:

Ingegnere	lire	20.000.000
Geologo	lire	20.000.000
Geometra	lire	15.000.000
Totale	lire	65.000.000

- Costi medi di progetto e realizzazione:

Opera di presa	lire	10.000.000
Canalizzazione (per 100 m)	lire	100.000.000
Sollevamento mediante pompe (costo energetico annuo complessivo con Q pompa 125 l/s, prevalenza 5 m, lavoro 65 %, consumo 10 KWh)	lire	200.000.000
Manutenzione opera di presa-soglia (costo annuo per derivazione)	lire	5.000.000

- Ipotizzando che gli interventi da progettare siano riferiti alle 17 aree di cava individuate dove si prevedono 26 opere di derivazione di cui il 50% a deflusso naturale e considerando verosimilmente opere di canalizzazione complessivamente pari a 200 m, i costi ipotizzati risultano pari a :

Opere di presa	lire	260.000.000
Canalizzazione	lire	200.000.000
Sollevamento mediante pompe (costo energetico annuo)	lire	200.000.000
Manutenzione (costo medio annuo)	lire	130.000.000

Quadro riassuntivo dei costi

Costo del personale e indagini di dettaglio	lire	65.000.000
Costi fissi di progettazione e realizzazione	lire	460.000.000
Totale	lire	525.000.000

Costo medio annuo di gestione degli interventi:

Costo energetico	lire	200.000.000
Costo di manutenzione	lire	130.000.000
Totale	lire	330.000.000

5. Conclusioni

Dalla prima analisi sulla possibilità di utilizzo di bacini di cave nel settore meridionale della città di Milano al fine di favorire il deflusso di acque freatiche verso la rete idrica superficiale, sono state stimate portate medie di emungimento complessivamente pari a 2300-2500 l/s.

Queste portate sono probabilmente suscettibili di incremento a seguito di indagini più approfondite che verranno sviluppate nella seconda fase del progetto, con rilievi di dettaglio, calcolo delle portate medie e massime consentite e valutazione dei costi.

Un ruolo importante assume, nella realizzazione del progetto, la predisposizione di una rete di monitoraggio finalizzata al controllo e alla verifica delle modificazioni della superficie piezometrica a seguito degli interventi proposti spesso legati alla riattivazione di fontanili in alcune aree di cava.

Questa rete di controllo, circoscritta alle aree di cava, è in effetti già in fase di predisposizione. Gli operatori sono infatti tenuti, in base all'art. 21 della Normativa del Piano Cave alla realizzazione di almeno due piezometri per il controllo delle acque sotterranee posti a monte e a valle dello scavo nel senso della direzione di flusso della falda.

A tale scopo nell'allegato 1 si riportano le linee guida di riferimento per il monitoraggio della falda ai sensi dell'art. 21, che costituisce un valido strumento per una corretta realizzazione e gestione dei piezometri.

La rilevazione mensile della soggiacenza della falda, già prevista dalle disposizioni adottate, consentirà di verificare puntualmente l'efficacia del progetto proposto.

Allegato 1

Provincia di Milano
Settore Ecologia
U.O. Tecnica Progetti Speciali
Ufficio Cave

LINEE GUIDA DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO DELLA FALDA PREVISTO DALL'ART. 21 DELLA NORMATIVA DEL PIANO CAVE DELLA PROVINCIA DI MILANO

Elenco delle specifiche individuate dagli Uffici

1. Aspetti sulla normativa vigente relativa alla terebrazione di pozzi

La realizzazione di piezometri può ricadere nella **D.G.R. VI/5666 del 1.12.95** "Direttive per la semplificazione degli adempimenti previsti dalla D.G.R. del 13.5.92" (autorizzazione dello scavo di pozzi e concessioni d'acqua). Viene infatti deliberato che *"... debbano essere presentate ... solo la denuncia preventiva al Servizio Provinciale del Genio Civile competente per territorio con i contenuti di cui all'All. 3 e la denuncia di fine lavori con i contenuti di cui all'All. 4 della presente deliberazione"*.

2. Caratteristiche dei piezometri

2.1 Requisiti necessari per i piezometri

- permettere il campionamento e consentire le misure dei livelli freatimetrici (diametro almeno 4");
- essere chiaramente identificabili;
- essere quotati (in m s.l.m.) e posizionati topograficamente con lo stesso procedimento della determinazione dei punti fissi (Tab. punti fissi e piezometri);
- essere chiusi con lucchetto e con targhetta quotata (m s.l.m.);
- essere interamente fenestrati dalla quota di minima soggiacenza registrata nell'ultimo ventennio a fondo foro; in caso di attraversamento di lenti impermeabili limoso-argillose è necessario il "tamponamento" isolante del livello.

2.2 Ubicazione dei piezometri

- fuori area di scavo, a piano campagna, in zone non interessate da riempimenti, **almeno uno a monte e uno a valle**.

2.3 Profondità dei piezometri

- ad integrazione di quanto prescritto dall'art. 21, comma a, devono essere individuate dapprima le seguenti situazioni idrogeologiche per le aree di cava sulla base delle quali stabilire i **criteri per la definizione della profondità** a cui si devono spingere i piezometri:

A. Cave a secco con valore di **minima soggiacenza < 15 m dal fondo cava** esistente o in progetto
Cave in falda con **profondità dello scavo inferiore alla massima soggiacenza** (minimo livello raggiunto dalla falda) - vd. schema A
I piezometri devono essere perforati fino ad una profondità di almeno 5 m al di sotto del minimo livello rispetto al p.c. (massima soggiacenza) raggiunto dalla falda nell'ultimo ventennio (dal momento della perforazione)

B. Cave in falda con **profondità dello scavo superiore alla massima soggiacenza** raggiunta dalla falda nell'ultimo ventennio - vd. schema B

In questa situazione i piezometri risulteranno idonei qualora perforati fino ad una profondità di almeno 5 m al di sotto del fondo di cava esistente o di progetto (profondità autorizzata o raggiunta dall'escavazione anche in passato).

In caso di future autorizzazioni ad approfondimenti anche di aree già oggetto di estrazione, i piezometri dovranno essere adeguatamente ridimensionati ed attrezzati sulla base dei criteri sopra esposti, e comunque previo accordi con gli Uffici.

C. Cave a secco con valore di **minima soggiacenza (massimo livello della falda) > 15 m dal fondo cava** esistente o in progetto - vd. schema C

In questa situazione non sono previsti piezometri di controllo.

3. Documentazione tecnica

Le Società dovranno trasmettere all'Ufficio Cave entro il **30.04.97** tutti i dati identificativi dei piezometri ed in particolare:

- ubicazione piezometri (su cartografia a scala 1:10.000 e di dettaglio)
- localizzazione: coordinate chilometriche (Gauss-Boaga), quota (m s.l.m.)
- profondità
- stratigrafia
- caratteristiche tecnico-costruttive:
  - metodo trivellazione
  - diametro di perforazione
  - tubazioni definitive
  - filtri (colonna cieca -colonna filtrante)
  - dreno
- ditta perforatrice
- data di realizzazione
- prove idrauliche eventualmente effettuate

4. Codice identificativo

Come ormai definito per tutti i piezometri e pozzi della provincia di Milano, **l'assegnazione dei codici** è affidata unicamente alla Provincia di Milano, U.O. Tecnica Progetti Speciali - Sistema Informativo Falda, che si occupa del coordinamento e redazione del catasto pozzi.

- Per i **piezometri di nuova realizzazione l'assegnazione dei codici avverrà automaticamente**, a seguito della trasmissione della documentazione tecnica all'Ufficio Cave.
- Ad ogni piezometro esistente verrà assegnato, sulla base della documentazione di cui al punto 3, un **CODICE IDENTIFICATIVO** che verrà successivamente comunicato alle Ditte, assolutamente indispensabile per le analisi di qualità delle acque e per facilitare soprattutto sia una archiviazione di immediata lettura sia una ricerca in tempi brevi su specifiche situazioni della falda.

5. Effettuazione delle campagne piezometriche

Le Società dovranno eseguire **con cadenza mensile** (preferibilmente durante l'ultima settimana di ogni mese) **misure piezometriche:**

- sui piezometri di controllo di cui all'art. 21
- sul lago di cava
- su ulteriori piezometri attivi e realizzati al fine di un più completo monitoraggio delle aree di cava.
- le misure dovranno essere espresse in valori di soggiacenza (in m) riferiti alla targhetta quotata

Le Società dovranno altresì **comunicare** secondo lo schema allegato le misure piezometriche eseguite da trasmettersi, per snellire le procedure di invio, unitamente alla dichiarazione infortuni del mese successivo alle rilevazioni.

6. Monitoraggio qualitativo dell'acqua di falda di cui all'art. 21 del P.C.P.

6.1 Piezometri

Operativamente dovranno essere effettuati almeno 3 campionamenti (per ogni piezometro) nell'arco dell'anno, orientativamente in concomitanza con le principali oscillazioni della falda (massima e minima soggiacenza).

1° Campionamento	Analisi **tipo C3** (D.P.R. 236/88) con l'aggiunta di: Composti organoalogenati Idrocarburi aromatici Cromo Fenoli Antiparassitari totali
2°-3° Campionamento	Analisi **tipo C2** (D.P.R. 236/88) con l'aggiunta di: Composti organoalogenati Idrocarburi aromatici Cromo Inquinante specifico per l'area (antiparassitari o altro)

- In presenza di lago di cava, il 1° campionamento (C3) dovrà essere fatto in concomitanza al prelievo dell'acqua del bacino.
- I prelievi andranno eseguiti a chiarificazione o dopo un periodo di spurgo non inferiore a 1-2 ore, e comunque con volumi di spurgo superiori al volume della colonna.

6.2 Lago di cava:

Si ritiene opportuno che debba essere fatto almeno un campionamento durante il periodo di rimescolamento del bacino (gennaio-febbraio).

- In presenza di più bacini verrà effettuato un prelievo per ognuno di essi.
- Se il lago eccede i 10 ettari di superficie risulterebbe significativo effettuare almeno 2 campioni, da concordare con l'Ente di controllo; se il lago ha una profondità superiore ai 40 m analogamente risulta opportuna l'effettuazione di 1 campione anche in profondità.
- Le analisi da effettuare sono state individuate sulla base di situazioni analoghe relative al monitoraggio di specchi d'acqua controllati dalle Amministrazioni pubbliche, integrate dalla ricerca di inquinanti specifici quali solventi clorurati, idrocarburi.
- I parametri da analizzare sono:

Temperatura
pH
Conducibilità elettrica
Ossigeno disciolto
Azoto nitrico
Azoto nitroso
Azoto ammoniacale
Fosforo totale
Clorofilla "a"
Trasparenza
Solidi sospesi
Idrocarburi totali
Solventi clorurati
Metalli pesanti
Antiparassitari totali
BOD5
COD
Parametri microbiologici (Coliformi, Streptococchi ecc.)
Inquinante specifico (su indicazioni della Provincia di Milano sulla base delle conoscenze relative ai principali inquinanti).

6.3 Laboratori di analisi

- Le analisi dovranno essere effettuate a carico dei proprietari presso i Presidi Multizonali di Igiene e Prevenzione o eventualmente presso i laboratori autorizzati individuati con specifica delibera annuale dalla Regione Lombardia - Settore Ambiente e Energia - Servizio Tutela e Gestione delle Acque

6.4 Prelievi

- Almeno una volta all'anno questi campioni, prelevati a cura dell'U.S.S.L. su specifica richiesta delle Ditte, verranno analizzati a spese della Società dai Laboratori dei P.M.I.P. competenti per territorio, ai fini della validazione della qualità dei dati forniti.
- In presenza di situazioni di compromissione manifeste, le campagne di monitoraggio delle acque di falda dovranno prevedere l'acquisizione di un "controcampione", a spese della Società.
- Le analisi effettuate dovranno essere trasmesse all'Ufficio unitamente alla successiva comunicazione mensile delle rilevazioni piezometriche.

Gruppo di coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese

Progettazione di massima degli interventi

Cap. 6

Prima valutazione della possibilità di riattivazione di fontanili presenti nel sud-Milano, finalizzata al deflusso di acque freatiche verso la rete irrigua

Marzo 1997

Realizzazione a cura di

Provincia di Milano
Settore Ecologia - U.O.Tecnica Progetti Speciali
Parco Agricolo sud Milano

Enti partecipanti al gruppo di coordinamento:

Coordinamento generale:
Provincia di Milano- Assessorato all'Ambiente -Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali
- *Settore Idraulica*
- *Parco Agricolo Sud Milano*

Ministero dei Lavori Pubblici - Provveditorato alle Opere Pubbliche della Lombardia
Regione Lombardia
- *Assessorato all'Ambiente ed energia - Servizio Geologico e tutela delle acque.*
- *Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Genio Civile*

Comune di Milano
- *Assessorato all'Ecologia - Settore Ambiente*

Assessorato ai Lavori Pubblici - Settore Acquedotto, Settore Fognature e Corsi d'Acqua
Magistrato del Po
Autorità di Bacino Fiume Po
Azienda Consorzio Acqua Potabile
Consorzio Villoresi
MM s.p.a.
ATM
Unione del Commercio del turismo e dei servizi della Provincia di Milano

Hanno curato la realizzazione del presente elaborato:

Provincia di Milano
Settore Ecologia U.O.Tecnica Progetti Speciali: *dott. Guido Rosti, dott. Cristina Arduini, dott. Maurizio Bogani, dott. Gianni Porto, dott Rinaldo Venturelli.*
Parco Agricolo Sud Milano:*Arch. Giuseppe Ceriani, Arch. M.Luisa Dagnino, p.a. Eugenio Crenca.*

1) PREMESSA

Alle problematiche di inquinamento e gestione del territorio che una città densamente popolata e altamente industrializzata è costretta ad affrontare, la città di Milano si è trovata di fronte a partire dagli anni novanta ad un fenomeno costituito da un graduale e progressivo innalzamento della falda, che sta creando dei gravi problemi alle grandi infrastrutture sotterranee.

Tra i molteplici fattori che hanno determinato questa situazione, quello più importante è sicuramente la progressiva deindustrializzazione del territorio milanese, che negli anni passati è stato sottoposto ad ingenti prelievi idrici per usi industriali.

A fronte pertanto dei recenti dati di innalzamento della falda, può giocare un ruolo importante la riattivazione della funzionalità idraulica dei fontanili, che sono una delle voci di "uscita" del bilancio idrologico, visto che il drenaggio delle acque di falda avviene anche in corrispondenza delle "teste".

In questo progetto si vuole riaggiornare la situazione nell'area da indagare, ferma al 1987, dei fontanili attivi, semiattivi ed estinti, valutare quelli riattivabili ai fini del riequilibrio della falda e descrivere a grandi linee il progetto di recupero con le modalità realizzative.

Si prenderanno in considerazione i fontanili che ricadono nell'area in cui si sta manifestando il problema di variazione della falda, cioè Milano sud e comuni dell' hinterland situati nella prima fascia perimetrale della Città Est, Sud, Ovest.

Nel 1975 i fontanili attivi nel territorio della Provincia di Milano erano almeno 430, con una portata complessiva giornaliera, rilevata su media annua, di circa 28 mc/s e portate per ogni singola opera variabili tra un minimo di 40/50 l/s ed un massimo di 400/500 l/s.

Dallo studio condotto dai tecnici della Provincia di Milano duranti gli anni 1978-1987 il numero dei fontanili attivi si è sensibilmente ridotto e attualmente parecchi sono ulteriormente scomparsi a causa della intensa urbanizzazione.

Nella carta in cui è stata riportata l'area oggetto di indagine, il numero dei fontanili attivi risulta essere 91, quelli semiattivi 28, e quelli estinti 93.(vedi tabella riassuntiva).

Il generale abbandono di questi ecosistemi per uso irriguo, dovuto in primo luogo alla dismissione di pratiche colturali quali le marcite sostituite dalla monocoltura intensiva, ha determinato lo stato attuale di degrado così che sulla maggior parte di essi non vengono più effettuati interventi di manutenzione e di pulizia del fondo e dei tubi emuntori. Ciò ha causato l'impermeabilizzazione del fondo e l'ostruzione dei tubi, attraverso cui l'acqua di prima falda scaturisce in superficie. Molti di essi poi sono diventati "discariche" a cielo aperto.

Oltre a questo aspetto idrologico, il recupero di questi ecosistemi semiartificiali assume importanza anche dal punto di vista naturalistico in quanto costituiscono un patrimonio storico - ambientale da salvaguardare e che sopravvive alle opere di urbanizzazione che stanno inglobando porzioni di territorio sempre più ampie.

TABELLA RIASSUNTIVA STATO DEI FONTANILI (ANNO 1987)

COMUNE	ATTIVO	SEMI ATTIVO	NON ATTIVO	TOTALE
ASSAGO	1			1
BASIGLIO	3			3
BUCCINASCO	13			13
CARPIANO			1	1
CESANO BOSCONE		1		1
CORNAREDO	2		9	11
CORSICO	3			3
CUSAGO	22		2	24
MEDIGLIA	2	2		4
MILANO	15		33	48
OPERA			2	2
PANTIGLIATE	2	3		5
PESCHIERA BORROMEO	8	5	5	18
PIEVE EMANUELE	1			1
PIOLTELLO		2	12	14
RODANO	4	14	10	28
ROZZANO	2			2
S.DONATO MILANESE			4	4
S.GIULIANO MILANESE			1	1
SEGRATE			2	2
SETTIMO MILANESE	3	1	12	16
ZIBIDO SAN GIACOMO	10			10
TOTALE	91	28	93	212

2) QUADRO LEGISLATIVO

Dalla lettura dei riferimenti legislativi nazionali in materia di tutela delle acque si evince l'ambiguità del sistema giuridico dei fontanili, in quanto emergenze naturali con caratteristiche di artificialità.

Il T.U. delle leggi sulle acque R.D. 1775/33 all'art.1 così recita: " sono pubbliche tutte le acque sorgenti, fluenti e lacuali, anche se artificialmente estratte dal suolo, sistemate ed incrementate, le quali, considerate sia isolatamente per la loro portata o per l'ampiezza del rispettivo bacino imbrifero, sia in relazione al sistema idrografico al quale appartengono , abbiano od acquistino attitudine ad uso pubblico, generale interesse."

L'art.1 della legge Galli , L.5 gennaio 1994 n.36, così recita: " Tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal suolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà".

La normativa di attuazione della legge Merli, L.319/76, all'allegato 5, paragrafo 2.5- Protezione della falda, così recita: "...per le falde superficiali definite come quelle falde che hanno contatti diretti con le acque di superficie occorre prevenire il peggioramento della loro qualità, assicurando nel contempo l'utilizzazione per gli impieghi naturali e previsti".

Infine i fontanili sono espressamente tutelati dalla legge regionale istitutiva del parco Agricolo Sud Milano (l.r.24/90), i cui contenuti sono stati confermati dalla proposta di piano territoriale di coordinamento attualmente in salvaguardia.

Pare quindi indiscussa l'importanza strategica di salvaguardia dei fontanili in quanto acque di generale interesse ad uso pubblico, ed ambiti di fragilità ambientale da tutelare per prevenire il peggioramento dal punto di vista quali- quantitativo del sistema delle acque sotterranee.

Si rileva comunque una carenza legislativa specifica che indichi con chiarezza l'importanza della tutela, le modalità della stessa ed i finanziamenti necessari per gestire l'emergenza all'interno dell'area metropolitana milanese.

3) I FONTANILI

I fontanili sono delle risorgive che originano nell'area di passaggio tra l'alta e la bassa pianura padana dove le acque della falda freatica grazie alla risalita dovuta alla diminuzione della porosità del terreno raggiungono spontaneamente il piano campagna e formano delle zone umide con flora e fauna tipiche di ambienti paludosi.

I fontanili si sviluppano in media lungo l'asse nord-sud e formano un reticolo molto complesso di canali e rogge. Alla sinistra del Po la fascia dei fontanili si estende dalla Dora Baltea fino all'Adige in striscia continua larga circa 15 Km e riprende dopo i Colli Euganei fino al Golfo di Trieste con densità variabile tra 1 e 7-8 per chilometro quadrato; alla destra del Po, invece, vi sono solo alcune aree di modeste dimensioni. (Fig.1)

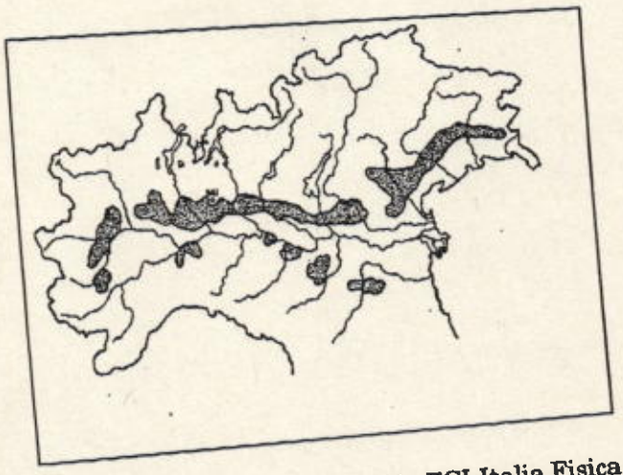


Fig.1 Area di distribuzione dei fontanili (da TCI Italia Fisica, 1957)

Per bonificare le vaste aree paludose formatesi con la risalita delle acque sotterranee nel'XI-XII secolo si iniziò la regimazione delle acque a fini essenzialmente agricoli con la creazione dei fontanili propriamente detti.

I fontanili sono in definitiva degli scavi con funzioni drenante e sono composti da una TESTA, scavo semicircolare prodotto dall'uomo di profondità variabile, in genere tra i 2 e 10 a seconda dell'area considerata. Ad esempio esiste una differenziazione tra zona Ovest della Provincia di Milano dove gli scavi sono molto più profondi e zona Est dove le teste di fontane sono molto più superficiali e di conseguenza più sensibili alle variazioni dei livelli di falda. Lo scavo comunque viene effettuato in modo tale da avere il letto appena al di sotto del livello freatico della falda. Dopo la testa del fontanile si trova l'ASTA che fa defluire l'acqua nel CANALE irrigatore che la distribuisce nei campi. (Fig.2)

La testa è generalmente circondata da un rilievo prodotto dall'accumulo di materiale scavato dove si insedia una associazione vegetale arborea che permette una facile individuazione del fontanile nel paesaggio agricolo padano. I "boschi" sono composti generalmente dalle essenze sia autoctone che tipiche di ambienti umidi come il salice bianco, l'ontano nero, la farnia, il sambuco ed i rovi. Ultimamente vi è una netta dominanza della Robinia pseudoacacia, pianta nordamericana naturalizzata, la cui propagazione è incentivata dagli stessi agricoltori per la velocità di crescita e di facilità d'uso del legno che produce. Il bosco è molto rigoglioso anche in pieno inverno a causa della creazione di un microclima estremamente favorevole e se non periodicamente controllato diventa un' intreccio inestricabile.

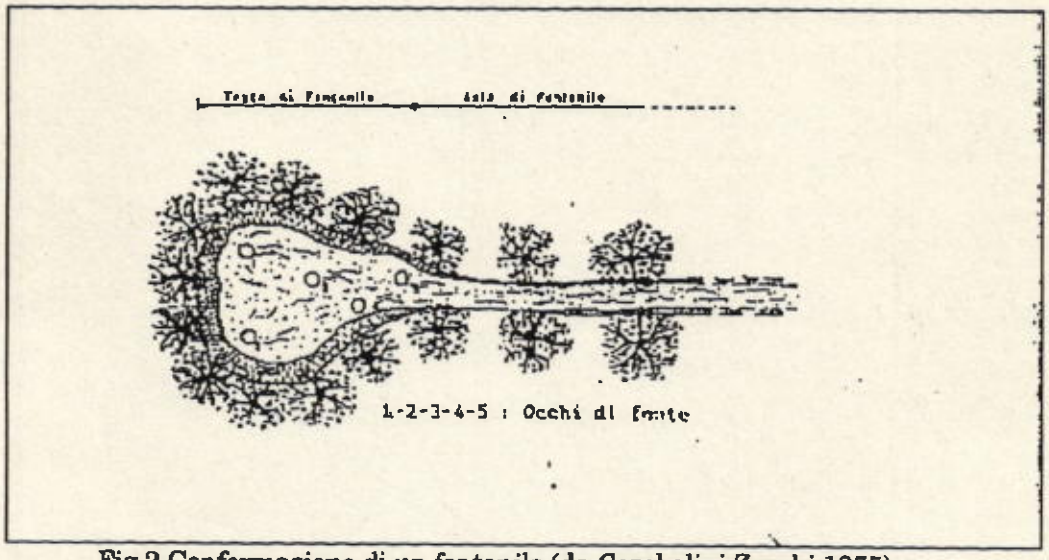
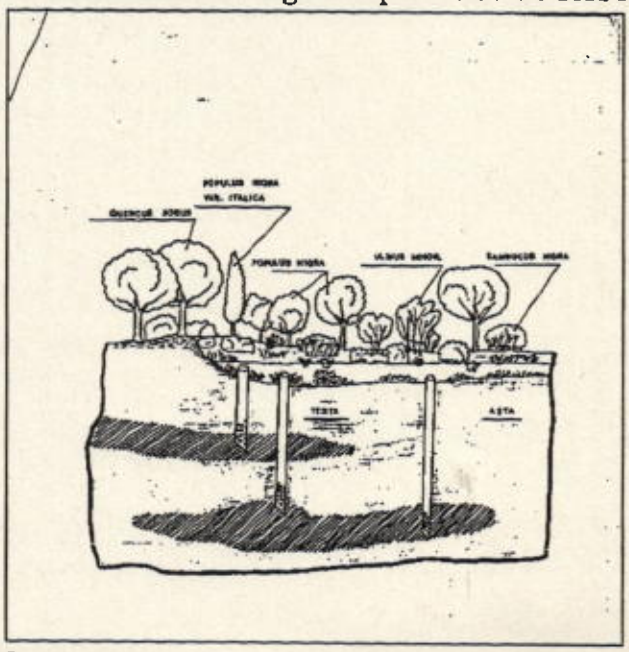


Fig.2 Conformazione di un fontanile (da Cerabolini,Zucchi 1975)

L'acqua che viene così raccolta dalla testa del fontanile e che scaturisce da polle e da infiltrazioni laterali defluisce poi nell'asta, che sfruttando la naturale pendenza del terreno risale verso il piano campagna, ed è collegata a sua volta ad una serie di canali irrigatori.

Sul fondo della testa e sulla parte iniziale dell'asta la permeabilità del terreno permette la formazione di piccole vene idriche alle cui corripondenze si ponevano i cosiddetti occhi di fonte, inizialmente tini senza fondo in legno e poi tubi in ferro o cemento, che infissi nel fondo facilitavano la fuoriuscita delle acque sotterranee, anche al di sopra della superficie libera dell'acqua. Ciò non presuppone fenomeni di artesianesimo nella formazione del fontanile, ma bensì alla resistenza opposta dalla struttura del terreno e dalla sua granulometria al passaggio delle acque. I tini di rovere utilizzati come occhi di fonte avevano un diametro di circa 80 cm ed arrivano alla profondità di 4-5 metri dal fondo dell'alveo, mentre i tubi in ferro possono arrivare ad una profondità anche maggiore. (fig.3 a lato con sezione di una testa di fontanile con vegetazione tipica da Albergoni, Tibaldi).



La testa del fontanile crea quindi una pur modesta depressione nella superficie della falda attraverso un richiamo continuo di acqua anche lateralmente l'alveo del fontanile.

Tale richiamo d'acqua ,date le caratteristiche del terreno permeabile e grossolano, produce un'accelerazione del fenomeno con conseguente aumento del dilavamento di limi ed argille, il cui allontanamento favorisce una locale maggiore permeabilità del suolo.

Le caratteristiche fondamentali delle acque del fontanile è di avere una temperatura costante durante l'arco dell'anno oscillante tra i 10-15° C , in quanto sono sottratte all'influsso della temperatura atmosferica dalla lunga permanenza nel sottosuolo e la regolarità della loro portata che ha permesso nei secoli l'instaurarsi di particolari pratiche agricole come le marcite.

Le marcite sono prati stabili in cui la particolare conformazione artificiale del terreno ad esempio a dorso di mulo permette all'acqua di irrigare continuamente a scorrimento tutta la superficie e date appunto le caratteristiche delle acque come sopra descritte è possibile la continua produzione di foraggio fresco anche in pieno inverno.

Il fontanile è essenzialmente un ecosistema semiartificiale, mantenuto dall'uomo in quanto naturalmente tenderebbe a ritornare palude. Per tale motivo il fontanile per mantenere le sue caratteristiche di efficiente sistema drenante deve essere curato con particolare attenzione. Il trasporto continuo di argilla da parte delle acque e l'abbondante vegetazione acquatica presente favoriscono l'interramento del fontanile stesso, per cui è necessario effettuare delle operazioni di "spurgo", che consistono nella pulitura dell'alveo con asportazione del fango e della vegetazione, che viene ammassata sui bordi del fontanile stesso.

Queste operazioni di spurgo devono essere effettuate con una certa regolarità ed in base alla frequenza è possibile individuare quattro stadi evolutivi del fontanile come evidenziato da Albergoni et al. nel 1977, di seguito elencati , in quanto si è notato che l'associazione vegetale è strettamente collegata allo stato di fondo:

- FONTANILI CON SPURGO ANNUALE o al massimo ogni due anni che presentano fondo ghiaioso la cui specie vegetale colonizzatrice è l'Apium nodiflorum;

- FONTANILI CON SPURGO QUINQUENNALE con minimo 20 cm di fango sul fondo e associazione vegetale con Callitriche stagnalis e Lemna trisulca;

- FONTANILI CON SPURGO SUPERIORE AI 10 ANNI con presenza di fango sul fondo superiore ai 40 cm e piante acquatica tipiche di ambienti ricchi di nutrienti come Myriophyllum spicatum, Potamogeton sp.;

- FONTANILI IN VIA DI DEGRADAZIONE a causa di fenomeni di inquinamento che subiscono

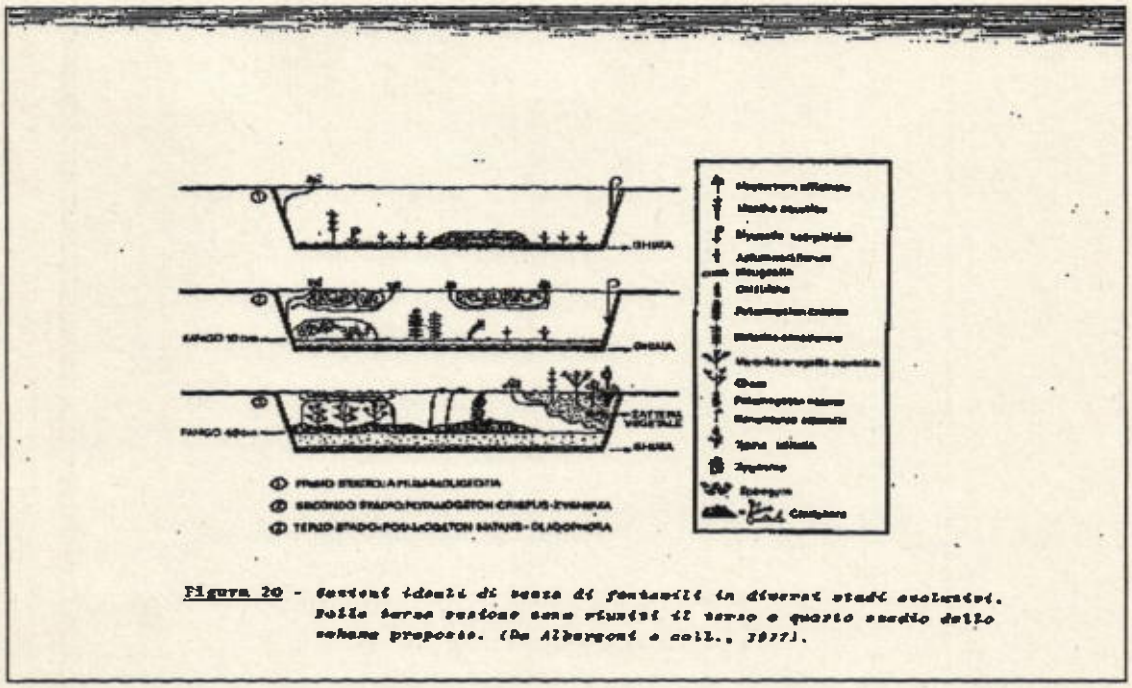


Figura 20 - Sezioni ideali di testa di fontanili in diversi stadi evolutivi. Sulla terza sezione sono riuniti il terzo e quarto stadio dello schema proposto. (Da Albergoni e coll., 1977).

Fig.4 Evoluzione nel tempo di un fontanile (da Albergoni, 1977)

Quanto sopra descritto si riferisce prevalentemente alla testa del fontanile in quanto nell'asta e nel canale dove la corrente è molto più veloce i depositi di materiale avvengono più lentamente.

La vegetazione acquatica presente nell'alveo del fontanile risente quindi delle periodiche operazioni di spurgo, necessarie ai fini del continuo emungimento delle acque come si nota dalla Fig.4.

Le operazioni di spurgo prima accennate dovrebbero venire effettuate annualmente tramite apparecchiature apposite come una piccola escavatrice chiamato ragno che rimuovendo le zattere di vegetazione formatesi ed i limi e le argille depositatesi permette di arrivare al fondo ghiaioso dell'alveo del fontanile che facilita la fuoriuscita dell'acqua sotterranea. I tubi di ferro vengono puliti insufflando aria dentro i tubi stessi per poter espellere il materiale accumulatesi al loro interno. (Fig.5)

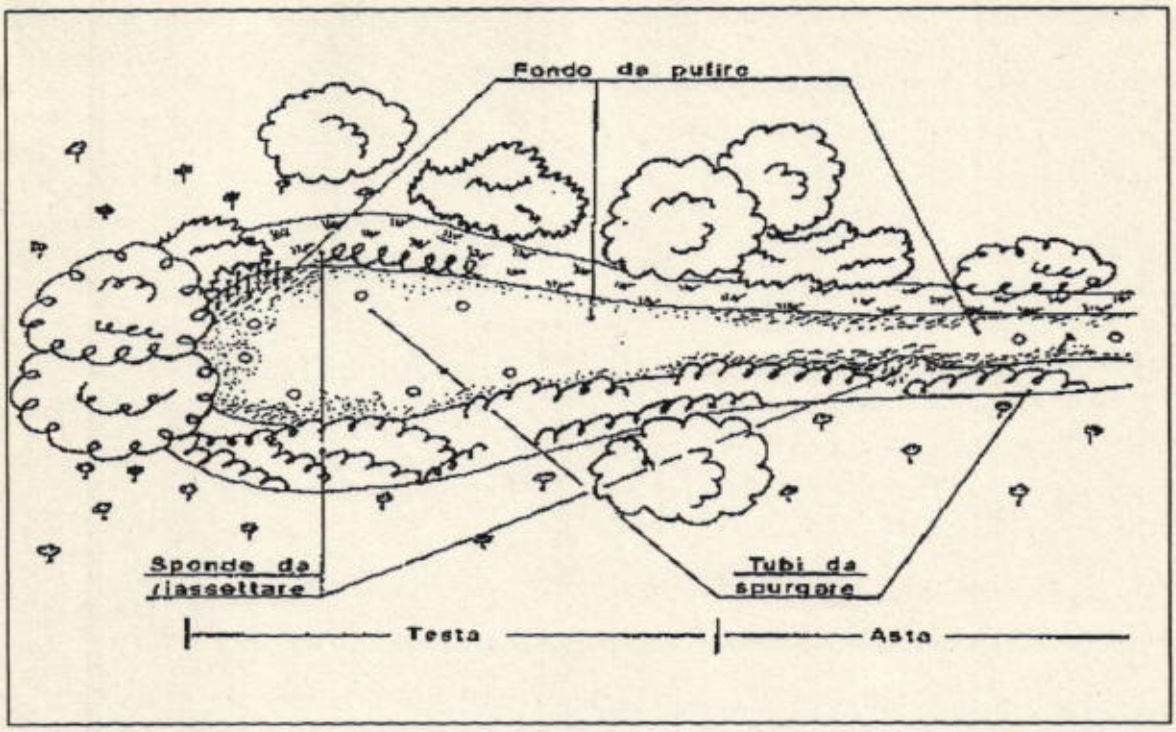


Fig.5 Punti di spurgo in un fontanile (da Albergoni, Tibaldi)

Quanto sopraddetto evidenzia la stretta connessione del fontanile con le pratiche agricole, per cui per i fontanili in zona agricola sarebbe fondamentale un recupero almeno per l'irrigazione estiva. Un ulteriore possibilità di utilizzo sarebbe l'acquacoltura o allevamento di pesci lungo l'asta del fontanile con scopi sia didattici che di mercato.

La Provincia di Milano è estremamente ricca di acque di risorgiva anche se negli ultimi decenni vi è stata una notevole contrazione del fenomeno dovuta sia all'abbassamento eccessivo della falda, sia all'urbanizzazione e conseguente impermeabilizzazione dei suoli. Nel 1937 i fontanili presenti erano diverse centinaia e tutti attivi, nel 1987 la maggioranza di loro era interrata, interessata da scarichi inquinanti o abbandonata.

La portata media calcolata nel 1937 sulla totalità dei fontanili era pari a 73,4 m^3/sec mentre attualmente si ipotizza in mancanza di dati certi di circa 28 m^3/sec e ciò fa comprendere come una regimazione dei fontanili e di conseguenza il loro recupero e manutenzione potrebbe contribuire ad una depressione della falda più superficiale.

Solo quindi l'intervento della struttura pubblica in maniera incisiva tramite leggi varate ad hoc, ed altri strumenti permetteranno la salvaguardia dell'ecosistema fontanili nell'ambito della pianura padana, di cui sono una parte integrante soprattutto per quanto riguarda la regimazione idraulica.

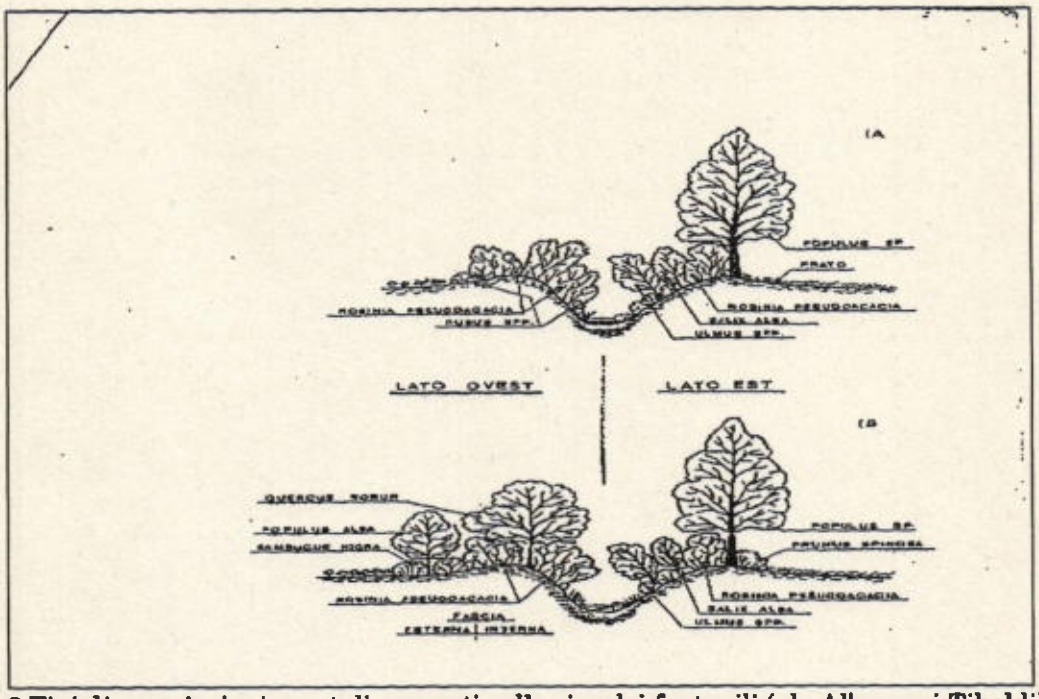


Fig. 6 Tipi di associazioni vegetali presenti sulle rive dei fontanili (da Albergoni,Tibaldi)

4) MOTIVAZIONI DELLA SCELTA DELL'AREA

L'area di intervento è stata individuata a valle dell'urbanizzato della città di Milano, in relazione all'andamento delle linee di flusso della falda acquifera.

Per ottenere l'abbassamento del livello piezometrico nell'area urbana, dove si verificano i fenomeni di allagamento alle infrastrutture sotterranee, è infatti necessario operare interventi di drenaggio a valle dell'area stessa.

Dalla lettura delle curve di soggiacenza, si evince che l'area nella quale è utile intervenire si estende a forma di cintura semicircolare nelle zone Sud, Est ed Ovest dell'aggregato urbano, in coincidenza con il territorio del parco Agricolo Sud Milano, già individuato con legge regionale come territorio strategico per il riequilibrio ecologico dell'area metropolitana.

In tale ambito, al fine di stabilire delle priorità nella gestione dell'emergenza sono state individuate due fasce di intervento alle quali corrisponderanno due fasi temporali e due diverse modalità operative. (Tavola allegata)

L'indagine territoriale costituirà fondamentale elemento di valutazione qualitativa e quantitativa per l'individuazione dei fontanili più idonei ad essere riattivati e recuperati.

Saranno così selezionati i contesti in funzione delle caratteristiche ambientali complessive e dove potranno essere limitati gli interventi di manutenzione necessari alla conservazione degli ecosistemi nelle condizioni di naturalità indispensabili alla loro sopravvivenza.

La **prima fascia** comprende parte del territorio del comune di Milano e i comuni di prima cintura metropolitana: *Settimo Milanese, Cusago, Cesano Boscone, Corsico, Buccinasco, Assago, Rozzano, Opera, S.Donato Milanese, Peschiera Borromeo, Segrate.*

In questo territorio, in ragione della vicinanza con l'area di crisi, dovrà essere realizzato un primo lotto di lavori che costituirà la parte più consistente dell'intervento per gestire l'emergenza ottenendo effetti di maggiore efficacia.

La **seconda fascia**, più esterna, comprende i seguenti comuni: *Cornaredo, Trezzano Sul Naviglio, Zibido San Giacomo, Basiglio, Pieve Emanuele, Locate Triulzi, Carpiano, San Giuliano Milanese, Mediglia, Pantigliate, Rodano, Pioltello.*

Questa fascia corrisponderà al 2° lotto, dove saranno operati gli interventi necessari secondo il fabbisogno che non sarà soddisfatto dagli interventi individuati in prima fascia, dando comunque priorità agli interventi giudicati strategici per qualità ambientale e possibilità di fruizione degli spazi recuperati.

Da una prima lettura dei dati territoriali a Sud-Est di Milano dove sono stati verificati i maggiori problemi alle infrastrutture sotterranee (via Mecenate, Corso Lodi) si rileva una scarsa presenza di fontanili attivi. Da quest'area verso l'esterno, nel territorio dei comuni di Opera, San Donato e San Giuliano Milanese, è auspicabile il recupero e la riattivazione dei medesimi per un riutilizzo delle acque di drenaggio a fini irrigui. In quest'area si ha infatti la presenza di acque superficiali non idonee agli usi agricoli.

Il contesto territoriale individuato nell'area milanese così come descritto, è particolarmente favorevole a questo intervento di drenaggio naturale, in quanto il *piano territoriale del parco Sud* contiene indicazioni di dettaglio per incentivare la conservazione e valorizzazione dei fontanili.

L'articolo 39 delle norme tecniche del piano definisce i fontanili insiemi di alto valore naturalistico ed ambientale, funzionali agli usi agricoli e tipici del paesaggio della pianura irrigua, come patrimonio da sottoporre a forme di gestione finalizzata sia alla tutela del bene che allo studio ed alla fruizione. Il piano demanda alla pianificazione di settore l'elaborazione di specifiche indicazioni sulle possibili forme di incentivo e di contributo a favore dei proprietari per l'esecuzione degli interventi di recupero e manutenzione.

L'articolo normativo prevede che i comuni, in sede di adeguamento dei piani regolatori generali al piano del parco, debbano elaborare un censimento dei fontanili presenti sul proprio territorio unitamente alla loro individuazione planimetrica e catastale; che delimitino intorno ai fontanili un'area di rispetto che dovrà prevedete una fascia minima di m.10 dal limite della incisione morfologica della testa, dove dovranno essere realizzati esclusivamente percorsi pedonali, nel massimo rispetto delle caratteristiche ambientali; che individuino il primo tratto di derivazione di almeno 200 metri lungo l'asta, dove la vegetazione spontanea dovrà essere conservata o eventualmente sostituita con vegetazione autoctona.

Il progetto di riattivazione dei fontanili, come strumento per risolvere il problema dell'emergenza ambientale, in ragione della coerenza con gli obiettivi di recupero e valorizzazione ambientale della pianificazione territoriale provinciale di settore, è occasione per gestire l'emergenza attraverso modalità che portano ad un miglioramento ambientale complessivo.

Nel bilancio dei costi del recupero è da evidenziare anche l'occasione data dalla presenza del parco per la possibilità di mantenimento della qualità dei luoghi recuperati

5) RECUPERO DI UN FONTANILE

5.1.RECUPERO AMBIENTALE

I Fontanili, ricavati già nel XII secolo dalle opere di bonifica delle zone paludose e, a partire dal XVII secolo, realizzati per incrementare la rete irrigua, hanno avuto una ragione di esistere sempre legata all'agricoltura.

Oggi per diverse ragioni queste motivazioni non esistono più cosicché i fontanili vengono abbandonati e in alcuni casi vengono utilizzati come discariche abusive.

Il recupero di questi importanti biotopi, che svolgono un rilevante compito di serbatoio di informazioni genetiche per diverse specie viventi, permette di garantire la sopravvivenza di specie vegetali ed animali che altrimenti sarebbero minacciate di impoverimento se non addirittura di estinzione.

In tutto il territorio provinciale sono infatti poche le aree dove è possibile riscontrare la presenza, ad esempio, del Martin pescatore (Alcedo atthis) o di esemplari sani di Olmo campestre (Ulmus campestris) o del gamberetto di acqua dolce (Austropotamobius fluviatilis pallipes).

In particolare l'Olmo Campestre, colpito da una malattia fino ad oggi incurabile (la grafiosi), sta subendo una drastica diminuzione in numero di esemplari. Solo in alcuni ambiti ancora seminaturali e non degradati come alcune teste di fontanile è possibile riscontrarne la presenza.

L'associazione vegetale arborea ed arbustiva che colonizza le sponde del fontanile, con la propria azione ombreggiante, in presenza di acque ricche di nutrienti, impedisce lo sviluppo di alghe ed è spesso l'unico luogo di rifugio per diverse specie animali.

La particolare struttura del fontanile offre grandi possibilità per il ripristino delle reti trofiche peculiari che si stabiliscono tra il complesso di microrganismi, la vegetazione e la fauna che qui possono convivere.

Attualmente la presenza arborea ed arbustiva è composta prioritariamente da robinia (Robinia pseudoacacia) e sambuco (Sambucus Nigra) o, nei peggiori dei casi, da Ciliegio tardivo (Prunus serotina) e Ailanto (Ailanthus altissima).

La preponderante presenza della robinia, pianta esotica ormai naturalizzata, è la testimonianza di una particolare gestione del ceduo, che impedisce lo sviluppo di piante autoctone (fatta eccezione di poche essenze arbustive), rivolta alla produzione di legna da ardere, mentre il Ciliegio tardivo e l'Ailanto sono piante, anch'esse esotiche, molto "aggressive", infestanti, che stravolgono la biocenosi tipica del fontanile impoverendo in modo eccessivo la biodiversità. La loro presenza è indice di particolare degrado.

Il recupero ambientale può avvenire mediante l'introduzione di essenze arboree ed arbustive tipiche del bosco planiziale (Quercus robur, Crataegus monogyna, ecc.) e/o tramite una gestione delle fasce alberate rivolta principalmente all'aumento della diversità specifica più che alla produzione di legna da ardere.

Il recupero potrebbe essere inoltre occasione per mettere le basi di una microeconomia rivolta alla produzione e trasformazione di legna da opera.

E' luogo comune, soprattutto tra gli agricoltori, pensare che le piante siano il focolaio di infestazioni di ogni genere alle colture. La presenza di una testa di fontanile con la relativa qualificata struttura vegetazionale, è al contrario, luogo di attrazione per diverse specie viventi che altrimenti danneggerebbero le colture.

Questi biotopi fungono da volano tra l'ambiente naturale e l'agricoltura riducendo di fatto il quantitativo di antiparassitari, diserbanti e quantaltro necessari alla tradizionale agricoltura.

5.2. LINEE OPERATIVE

Il programma di lavoro che si reputa idoneo porre in essere al fine di addivenire al recupero dei fontanili sia ai fini della tutela della falda sia ai fini di una riqualificazione ambientale si dovrà articolare in varie fasi come segue.

A) Fase di organizzazione dei dati esistenti.

In questo primo passo andranno reperite tutte quelle informazioni non ancora acquisite sui fontanili, presso vari Enti (Provincia di Milano, Comuni, USSL, ecc.); reperendo materiale cartografico ed elaborati al fine di individuare tutti i fontanili eventualmente presenti sul territorio e la loro situazione ambientale. Questo lavoro è propedeutico ed indispensabile per la realizzazione delle fasi successive ed è in parte già stao realizzato nel presente lavoro. Necessita unicamente di un approfondimento.

B) Fase di studio sul campo.

In questo secondo passo dovranno essere sviluppate attraverso sopralluoghi in loco una serie di attività al fine di acquisire le seguenti informazioni:

- sulla scorta dei dati acquisiti durante la fase A) andranno ispezionate tutte le teste dei fontanili onde individuare quelle ancora presenti sul territorio ed il loro stato di attività;

- si dovrà valutare il tipo di alimentazione dei capifonte (tubi drenanti, bocche a tino, infiltrazioni laterali, ecc.) ed il loro stato di conservazione e stabilire inoltre se siano necessarie operazioni di spurgo , di pulizia dell'alveo, di sostituzione o di

drenanti e la pulizia dell'alveo;

- indicazione delle eventuali opere di protezione spondale, di ripiantumazione con essenze autoctone, di asportazione di eventuali rifiuti, di tutela della flora e della

aumento del numero delle opere di captazione, al fine di ottimizzare l'emungimento delle acque di falda ;

- andrà evidenziato se le teste dei fontanili sono interessate da scarichi, presenza di rifiuti e ogni altra informazione che possa indicare una precaria situazione sanitaria;

- si dovrà studiare la rete irrigua sottesa ai vari fontanili e le sue potenzialità di ricezione delle portate emunte;

- di tutti i fontanili attivi andranno studiate le portate;

- si dovranno eseguire prospezioni geologiche nei pressi delle teste dei fontanili attualmente estinti al fine di stabilire sia la situazione litologica sottostante sia lo andamento della falda; contestualmente a questi rilievi andranno censiti tutti i pozzi pubblici e privati che possano interferire con l' attività dei fontanili; questi studi sono indispensabili al fine di stabilire se le acque di falda sono potenzialmente captabili:

- per un raggio di 500 m dai capifonte si dovrà studiare la struttura del territorio con particolare riguardo all' urbanizzato, alla presenza di cave o di discariche e alla copertura vegetale, al fine di stabilire poi tutte le opere di ripiantumazione, di risistemazione delle teste dei fontanili, di pulizia delle sponde, ecc. e ogni altra opera finalizzata ad un recupero ambientale;

Per poi sviluppare correttamente la fase successiva., tutte le informazioni sopraddette dovranno essere tradotte su supporto magnetico per una loro razionale gestione ed interpretazione ed incrociate con i dati della idrologia della falda, con la distribuzione dei pozzi pubblici e privati di cui è importante accertare la quantità di acqua prelevata e le modalità con cui i coni di depressione da essi formati possono influenzare la portata dei fontanili attivi o il recupero di quelli estinti.

C) Fase delle proposte operative.

Il complesso degli studi sul campo consentirà di formulare un piano degli interventi e delle opere da effettuarsi secondo progetti di massima contenenti le seguenti ipotesi di lavoro:

Fontanili attivi

Le proposte operative comprenderanno i seguenti punti:

- individuazione di quei fontanili attivi la cui portata di emungimento potrà essere aumentata con semplici operazioni di manutenzione quali lo spurgo dei tubi drenanti e la pulizia dell'alveo;
- indicazione delle eventuali opere di protezione spondale, di ripiantumazione con essenze autoctone, di asportazione di eventuali rifiuti, di tutela della flora e della

fauna acquatica, ecc. che dovranno far parte integrante del progetto di recupero ambientale complessivo delle aree su cui i singoli fontanili insistono;

Fontanili estinti

Le proposte operative comprenderanno i seguenti punti:

- individuazione tra i fontanili estinti di quelli che si reputa possibile riattivare specificando le modalità di recupero come ad esempio la ulteriore infissione di tubi drenanti, l'ampliamento dello scavo della testa, ecc.;
- previsione delle modalità di collegamento con la rete irrigua mediante eventuale ripristino dei canali irrigui originari derivanti dai vari fontanili estinti, quando questi non siano più utilizzabili in tutto il loro sviluppo; tutte le opere necessarie dovranno essere eseguite a regola d'arte in modo da garantire il regolare deflusso delle acque senza provocare esondazioni o stagnazioni;
- indicazione di tutte quelle attività che si reputano necessarie alla riqualificazione dell'ambiente circostante con particolare riguardo agli aspetti fitosociologici, intervenendo opportunamente sulla copertura vegetale esistente sia lungo le sponde sia nel retroterra, in modo da consentire un miglioramento qualitativo, privilegiando l'uso di essenze autoctone; si prevederanno inoltre i tempi e i modi per creare nell'alveo una comunità vegetale e animale che ridia al fontanile le caratteristiche di naturalità.

Nuovi fontanili

Nel caso in cui nelle aree ove si sia verificato un eccessivo innalzamento della falda non siano presenti fontanili o non siano in numero adeguato si indicheranno le zone ove costruire nuove teste; il loro numero e la loro conformazione dovrà essere congrua alle necessità di emungimento possibile delle acque di falda, sulla scorta delle prospezioni geologiche; dovrà essere indicata l'ampiezza delle teste, il numero di tubi drenanti che dovranno essere utilizzati per ogni singola testa e la profondità alla quale dovranno essere inseriti; saranno indicate inoltre le opere di protezione spondale delle teste; andranno inoltre specificate tutte le opere di ingegneria ambientale necessarie a collegare in nuovi fontanili alla rete irrigua e a tal fine si valuterà se sarà possibile utilizzare canali irrigui già esistenti oppure si renda necessario costruire nuovi canali di deflusso, valutando inoltre che l'apporto idrico non crei danni, quali esondazioni, a valle delle nuove opere di canalizzazione.

In una ottica di riqualificazione dell'ambiente si indicheranno inoltre le essenze vegetali che dovranno essere piantate attorno alle teste, si creerà poi un ecosistema che abbia quanto più possibile caratteristiche simili ad una formazione naturale, popolando l'alveo dei nuovi fontanili con le opportune idrofite e immettendo una fauna adeguata.

Per la creazione di nuovi fontanili si dovranno inoltre prevedere eventuali procedure di esproprio o forme di convenzionamento per acquisire le aree ove realizzare le opere sopra citate.

Controlli analitici

Si sceglieranno alcuni fontanili che dovranno servire da indicatori dello stato di contaminazione della falda e sui quali periodicamente dovranno essere eseguiti accertamenti chimico - fisico - biologici, con particolare riguardo al ciclo dell'azoto, ai metalli pesanti e ai solventi clorurati; si studierà inoltre la microfauna e la comunità idrofitica poiché queste sono degli ottimi indicatori della qualità dell' ambiente acquatico ed in caso di inquinamento subiscono delle consistenti variazioni sia quantitative che qualitative facilmente correlabili al grado di inquinamento;

D) Fase degli interventi

Una volta individuati i fontanili che, ai fini del riequilibrio della falda, devono essere recuperati, si procederà secondo le seguenti fasi di intervento:

- *elaborazione dei progetti esecutivi* per i lavori di sistemazione dei fontanili selezionati

- *esecuzione dei lavori consistenti in:*

- spurgo e sostituzione dei tubi emuntori

- posizionamento di nuovi tubi per una maggiore captazione delle acque

- pulizia del fondale fino al raggiungimento del letto di ghiaia

- sgombero e smaltimento dei rifiuti presenti

- eventuali opere di protezione e consolidamento spondale

- diradamento del sottobosco dalle specie infestanti, rami e alberi morti

- opere per la fornitura e messa a dimora di specie arboree autoctone

- *manutenzione della testa, asta e canale:*

- spurgo dei fondali da eseguire almeno una volta l' anno

- eventuale taglio parziale della vegetazione acquatica almeno una volta l'anno

- spurgo dei tubi emuntori almeno ogni due anni

- taglio di rovi e arbusti prospicienti il pelo libero dell'acqua

- regolazione profili vegetazionali, potature, pulitura sottobosco ecc.

- raccolta periodica dei rifiuti

5.3. COLLABORAZIONE CON ALTRI ENTI

Il problema dell' innalzamento della falda colpisce sia le grandi infrastrutture sotterranee (es. metropolitana) sia il singolo cittadino o quartieri in cui si trovano cantine, box, laboratori ecc. allagati.

Per la realizzazione di questo progetto si ritiene pertanto di fondamentale importanza il coinvolgimento delle amministrazioni a diversi livelli, come Stato, Regione e Comuni.

A) Stato e Regione

E' necessario che vengano stanziati cospicui finanziamenti per attuare il progetto ed eseguire i relativi lavori.

Considerato inoltre che le aree su cui si dovrà intervenire sono generalmente di proprietà privata e non pubblica, al fine di non dover procedere obbligatoriamente all'esproprio la Regione dovrà emanare atti specifici che prevedano gli strumenti legali ed urbanistici che permettano l'attuazione degli interventi, obbligando ad esempio i proprietari al ripristino o in alternativa concedendo in uso le aree all'Ente pubblico che surrogherà il privato.

B) Comuni e Associazioni

I Comuni interessati, che potrebbero essere coinvolti già nelle fasi preliminari del progetto, devono collaborare attivamente soprattutto dopo la realizzazione, vale a dire nella manutenzione del fontanile.

I fontanili infatti, quando erano utilizzati per scopi irrigui, venivano regolarmente ripuliti dagli agricoltori per avere sempre un efficiente drenaggio dalla testa e dall'asta.

Ai Comuni si dovrà erogare annualmente una somma che copra in tutto o in parte i costi delle opere di manutenzione.

Per la gestione dell'area recuperata i medesimi potranno avvalersi, tramite convenzioni ad hoc, anche di Associazioni degli Agricoltori, Associazioni ambientalistiche, Istituti scolastici ecc. locali in grado di gestire gli interventi programmati. Vista la peculiarità dell'intervento, l'associazione degli Agricoltori potrebbe essere quella più indicata.

E' comunque da rilevare che alcuni lavori, come la pulizia del fondo e dei tubi emuntori, debbano essere effettuati da mani esperte in quanto un intervento malfatto

potrebbe danneggiare le caratteristiche litologiche della testa, modificare la pendenza dell'asta e conseguentemente anche compromettere il drenaggio e il regolare deflusso delle acque di falda.

A questo proposito sarebbe più opportuno affidare tali lavori agli agricoltori della zona che hanno ormai una consolidata esperienza in materia.

5.4. TEMPI DI ATTUAZIONE E PERSONALE NECESSARIO

Prendendo in considerazione le varie fasi delle linee operative, si possono prevedere :

FASE A: Organizzazione definitiva dei dati esistenti

- Personale necessario: 3 tecnici (geometri)
- Tempi di attuazione: 30 giorni

FASE B: Studio sul campo

Da effettuarsi nella stagione idonea, dopo le irrigazioni, nel periodo estivo.

- Personale necessario: 6 tecnici: 2 biologi, 2 geologi, 1 architetto, 1 p. agrario
- Tempi di attuazione: 180 giorni

FASE C: Proposte operative

- Personale necessario: 6 tecnici: 2 biologi, 2 architetti, 1 ingegnere idraulico, 1 perito agrario.
- Tempi di attuazione: 365 giorni per 60 fontanili

FASE D: Interventi

- Personale necessario: 14 tecnici per tutti i fontanili da recuperare: 2 biologi, 2 architetti, 2 ingegneri idraulici, 2 periti agrari e 6 geometri da organizzare in squadre con un massimo di cinque cantieri in contemporanea per ogni squadra.

- Tempi di attuazione: quantificabili per il totale dei fontanili in circa 2 anni stimando un tempo medio di 120 giorni a fontanile.

6) STIMA DEI COSTI

6.1. COSTI DEGLI INTERVENTI

Le dimensioni degli specchi d'acqua delle teste dei fontanili nell'area milanese variano da mq. 800 a 3.000. Sono presenti anche fontanili molto piccoli con specchi d'acqua di mq. 200.

Le rive fuori acqua hanno inclinazioni che variano da 25° a 45° e larghezza da m.2 a m 10.

Per la stima complessiva dei costi si fa riferimento a dimensioni medie, considerando di poter raggiungere un maggior grado di approssimazione nella seconda fase di lavoro, quando saranno state operate scelte puntuali a seguito di sopralluoghi e rilievi dimensionali anche a vista.

Costo tipo di riattivazione di fontanile dismesso con specchio d'acqua di mq.800.

Si considera la fascia di esproprio di m.5 (mq.900)

tipo di intervento	mq	£/mq	totale per fontanile
riattivazione fontanile dismesso	800	100.000	£.80.000.000.=
riattivazione fontanile semiattivo	800	62.500	£.50.000.000.=
manutenzione fontanile attivo	800	37.500	£.30.000.000.=
esproprio	1.700	17.000	£ 28.900.000.=

Ipotizzando di riattivare sessanta fontanili ipoteticamente utilizzabili di superficie media di 800 mq ciascuno e stimando una portata di emungimento complessiva pari 9.600 l/sec (calcolando una portata media per fontanile di 160 l/sec) si stima un costo complessivo di £. 3.200.000.000.= (tremiliardiduecentomilioni).

Qualora non sia possibile intervenire mediante passaggi normativi, l'eventuale esproprio della testa e di una superficie a corona circolare intorno per una fascia di 5 m avrà un costo complessivo per i 60 fontanili considerati di £.1.700.000.000.= (un miliardosettecentomilioni).

2) COSTI PER IL PERSONALE

I costi del personale sono riferiti alle varie fasi descritte nelle linee operative.

FASE A:	*£. 12.000.000*
FASE B:	*£. 121.000.000*
FASE C:	*£. 242.000.000*
FASE D:	*£. 924.000.000*
Totale	***£.1.299.000.000***

QUADRO RIASSUNTIVO COSTI (60 interventi)

COSTO INTERVENTI	***£.3.200.000.000.=***
COSTO PERSONALE	***£. 1.299.000.000.=***
TOTALE	***£. 4.499.000.000.=***
EVENTUALE COSTO ESPROPRIO	***£.1.700.000.000.=***
TOTALE COMPRENSIVO DI ESPROPRIO	***£.6.199.000.000.=***

7) CONCLUSIONI

Dall'analisi della situazione rilevata al 1987, si può notare come su 212 fontanili individuati nella fascia di studio, il 45% circa dei fontanili risultano attivi, un 45% estinti e la rimanenza semiattivi.

Si nota una differenza tra la zona Ovest e zona ad Est della Provincia di Milano.

Nella zona Ovest risultano concentrati la maggior parte dei fontanili attivi, poiché probabilmente a causa della profondità di escavazione delle teste, risentono meno delle variazioni dei livelli di falda. Inoltre quelli ubicati a nord del Naviglio Grande, non subiscono l'influenza delle variazioni di portate del canale stesso soggetto a lunghi periodi di asciutta.

Nella zona Est la situazione presenta diverse realtà con una percentuale piuttosto elevata di fontanili semiattivi e morti. Le teste sono meno profonde rispetto a quelle della zona Ovest e risentono maggiormente delle variazioni della falda sottostante e dell'attività del Naviglio Martesana.

La zona a Sud è quella più compromessa, sia per la scarsa presenza di fontanili sia per la condizione dei medesimi che risultano essere tutti estinti.

La riattivazione dei fontanili assume pertanto un ruolo strategico tra gli interventi previsti nel piano generale di riequilibrio della falda; il recupero infatti di circa sessanta fontanili potrebbe determinare un emungimento stimato in circa 9600 litri/secondo.

Gli interventi verranno effettuati inizialmente nella prima fascia, come indicato nel paragrafo "Motivazione della scelta dell'area " privilegiando la zona Sud in cui sulla base dei dati a disposizione si presenta una situazione di maggiore emergenza a causa del notevole rialzo della falda.

La riattivazione di un sistema idrico da anni dismesso e inattivo comporta anche l'individuazione dei possibili utilizzi delle acque prelevate.

Gli usi possibili potranno essere di diverse tipologie:

- ***usi irrigui***
- ***ripopolamento ittico***
- ***usi ricreativi***
- ***usi didattici***

Vista la normativa vigente non vi è una legge statale o regionale che tuteli espressamente i fontanili ad esclusione di quella istitutiva del Parco Agricolo Sud Milano ma solamente per gli aspetti paesaggistici.

Occorre quindi che per porre in essere le attività indicate nel presente progetto vengano emanati degli strumenti legislativi ad hoc che consentano di intervenire su aree private, investendo i titolari delle stesse nella loro tutela o permettendo agli Enti pubblici di esercitare una opzione di surrogazione.

Saranno inoltre da prevedere congrui finanziamenti per tutte le attività sopra citate come da stima dei costi.

Bibliografia

AIRAGHI C. -.*Sulla temperatura delle acque di alcuni fontanili della pianura milanese.* R.C. Ist. Lombardo,47 pp.925-929 - 1898.

ALBERGONI F.G. et alii - *Profilo ecologico dei fontanili del Cremasco.* Giornale Botanico Italiano 111 pp. 71-83, 1977

ALBERGONI F., TIBALDI E. (1989) " *Il fontanile*" progetto presentato alla Provincia di Milano.

BERETTA G.P., CAVALLIN A., FRANCANI V., MAZZARELLA S., PAGOTTO A. (1985): *"Primo bilancio idrogeologico della Pianura Milanese"*, Acque Sotterranee, n. 2, 3, 4, Milano.

CAVALLIN A., FRANCANI V., MAZZARELLA S. (1983): *"Studio idrogeologico della pianura compresa fra Adda e Ticino"*, Costruzioni, n. 326-327, Milano.

CORBETTA F.,(1969): " *La vegetazione dei fontanili lomellini*", Giornale Botanico Italiano, n.103 pagg. 19-23

COTTA RAMUSINO M. (1980): " *Biologia di alcuni fontanili del milanese* " Cultura e Scuola n.75 pagg. 241-248

PROVINCIA DI MILANO (1975): *"Indagine sulle zone umide della provincia di Milano: 2/I fontanili"*, Vol. 2-I, a cura di Cerabolini C. e Zucchi A., Milano.

PROVINCIA DI MILANO (1985): *"Aspetti idrogeologici dell'Est milanese e tutela del bacino dell'Idroscalo"*, Milano.

PROVINCIA DI MILANO (1985): *"Il Canale Scolmatore delle piene a Nord-Ovest di Milano nel sistema drenante e irriguo della provincia di Milano"*, Assessorato all'Ecologia e Idraulica, Milano.

PROVINCIA DI MILANO (1988): *"Indagini idrobiologiche sui corsi d'acqua superficiali"* AA:VV:,Milano.

PROVINCIA DI MILANO (1992): *"Oscillazioni piezometriche registrate nei pozzi della rete di rilevamento regionale negli anni 1987-1991"*, Sistema Informativo Falda, Milano.

PROVINCIA DI MILANO (1996): *"Valutazioni sull'innalzamento della falda nella città di Milano nei primi anni '90"*, a cura dell'Assessorato all'Ambiente-Settore Ecologia, Milano.

TOURING CLUB ITALIANO (1957): " *L'Italia fisica*", T.C.I., Milano.