



Parco Regionale di Montecchia e della Valle del Curone

Valutazione della attività del Fontanile Gallarati-Scotti, in Comune di Lomagna e delle sue potenzialità di ricarica



novembre 2006



rea – ricerche ecologiche applicate
Monza

Consorzio di Gestione Parco Regionale di Montevicchia e Valle del Curone

anno 2006

Indagine realizzata da rea (Ricerche Ecologiche Applicate) s.c.r.l.

Monza – via Raiberti, 9

Tel 0392301351 – rea@reacoop.it

Email rea@reacoop.it

hanno partecipato:

Mino D'Alessio, Letizia Fumagalli, Anna Gentilini, Federico Mauri*, Borislav Ivetic

hanno collaborato per l'esecuzione della prova di pompaggio gli operatori della
Protezione Civile di Imbersago

Per conto del Consorzio Parco di Montevicchia e Valle del Curone ha coordinato il
lavoro il dott. Daniele Piazza

I calcoli sull'infiltrazione sono stati effettuati dall'Ing. Matteo Schena

* Stage per corso di laurea in Scienze Ambientali – Università Bicocca - Milano

INDICE

PREMESSA E NOTIZIE STORICHE.....	4
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	7
Geologia e geomorfologia	10
Idrogeologia.....	13
2. ATTREZZATURA DEL SITO E METODI.....	16
Programma di intervento.....	16
Piezometri e prove penetrometriche.....	16
Ricostruzione stratigrafica.....	19
Aste di misura dei livelli idrici.....	24
Altre opere e misure.....	27
Battute topografiche.....	27
3. ATTIVITA' REALIZZATE E MISURE.....	30
Clima e apporti meteorici.....	30
Note sul clima del sito.....	30
Il semestre giugno-novembre 2006.....	32
La falda freatica.....	34
Oscillazioni del livello idrico nel Fontanile.....	34
Oscillazioni della falda locale.....	36
Altre osservazioni sulla falda freatica.....	41
La portata utile del fontanile.....	46
Prova di pompaggio	46
4. ELABORAZIONI E VALUTAZIONI.....	50
Portata limite.....	50
Perdite per infiltrazione.....	50
5. CONCLUSIONI.....	52
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	53

ALLEGATI

- Monitoraggio piezometrie
- Dati prova di portata (letture asta 1, letture asta 2, comparazione misure)
- Esempi di calcolo delle perdite per infiltrazione

PREMESSA E NOTIZIE STORICHE

Il presente lavoro è stato realizzato su incarico del Consorzio di Gestione Parco Regionale di Montevicchia e Valle del Curone (Deliberazione C.d.A. n. 22 del 20 marzo 2006).

Esso rientra nel quadro degli interventi previsti per il recupero del Fontanile Gallarati Scotti, nell'ambito del progetto "Il Parco e l'acqua tra natura, necessità e cultura", avviato in collaborazione con Fondazione Cariplo.

L'incarico è finalizzato alla comprensione della situazione idrologica e idrogeologica del Fontanile stesso e della falda alimentante (alimentazione, portata, piezometria ed oscillazioni), per l'inquadramento specifico della situazione locale e la verifica della fattibilità del progetto di recupero.

In particolare si rende necessario conoscere l'intervallo di valori di portata della falda di alimentazione del Fontanile al fine di dimensionare in modo corretto la nuova asta, soprattutto per quanto riguarda la pendenza del fondo e la quantità d'acqua in transito.

I fontanili sono ambienti suggestivi che conservano importanti valori naturalistici e paesaggistici. Sono originati da scavi praticati nel terreno per captare le acque sorgive naturali e utilizzarle per l'irrigazione. Lo schema tipico prevede che il fontanile sia costituito da una testa di forma da circolare ad allungata, alimentata direttamente dalla falda; qui l'acqua ha l'importanti caratteristiche di qualità chimico fisiche e in particolare una temperatura costante per tutto l'anno. Essa ospita comunità animali e vegetali potenzialmente pregiate. La risalita dell'acqua è generalmente favorita dall'infissione nel terreno di tine e/o tubi; le tine sono cilindri di diametro variabile, un tempo prevalentemente in legno (rovere, castano o robinia), attualmente generalmente in cemento, infissi fino oltre la superficie della falda, che favoriscono la risalita dell'acqua. Molti fontanili presentano veri e propri tubi drenanti forati in ferro, a volte con testa a gomito o a becco di flauto, con funzione analoga a quella delle tine.

Dalla testa ha origine un'asta rettilinea ed eventualmente una serie di canali laterali utilizzati per irrigare i campi coltivati.

Solo se soggetto a regolare manutenzione, il fondo del fontanile resta ghiaioso e permette la fuoriuscita dell'acqua; l'incuria porta ad accumulo di materiale sul fondo (sostanza organica e detriti) che, unitamente alla crescita della vegetazione, finiscono per interrarlo.

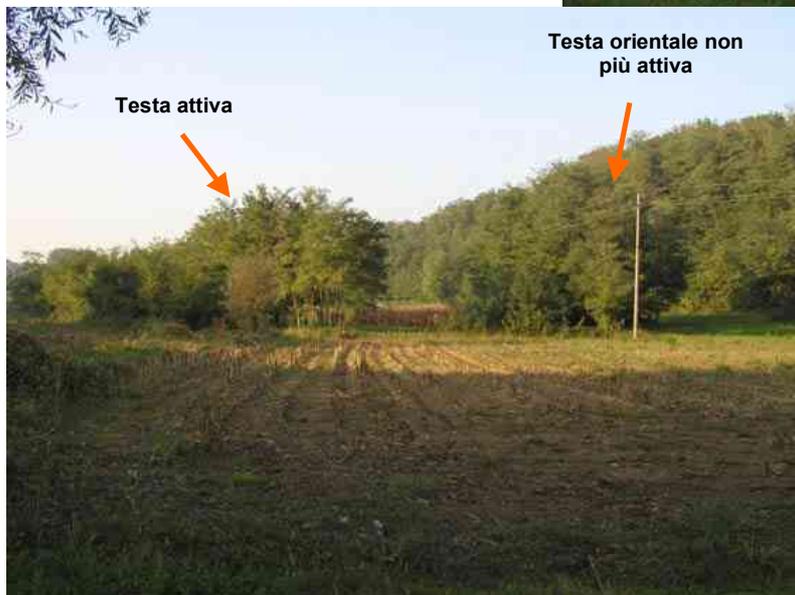
Del fontanile in questione si hanno notizie che risalgono al 1478, anno in cui è possibile ricostruire l'esistenza di un percorso idrico fino al Molino del Conte (a valle dell'attuale segheria).

Le carte storiche riportano una fitta rete di rogge con funzionalità diverse e di nodi di interscambio tra i vari corpi idrici.

La testa attuale è rappresentata da un bacino di forma allungata di dimensioni 80x 10 m circa, disposto parallelamente al corso del Torrente Lavandaia. Le tine, la cui presenza è ricordata da testimoni locali, non sono riconoscibili, per la presenza di forte sedimentazione.

Nelle immediate vicinanze della testa attuale, erano presenti altre due teste, ad est e ad ovest, delle quali quella più orientale è stata attiva fino a qualche decina di anni fa.

L'ubicazione di questa testa è ancora individuabile grazie alla presenza di un boschetto di robinie, mentre per quanto riguarda la posizione della testa più occidentale, non rimangono tracce sul terreno.

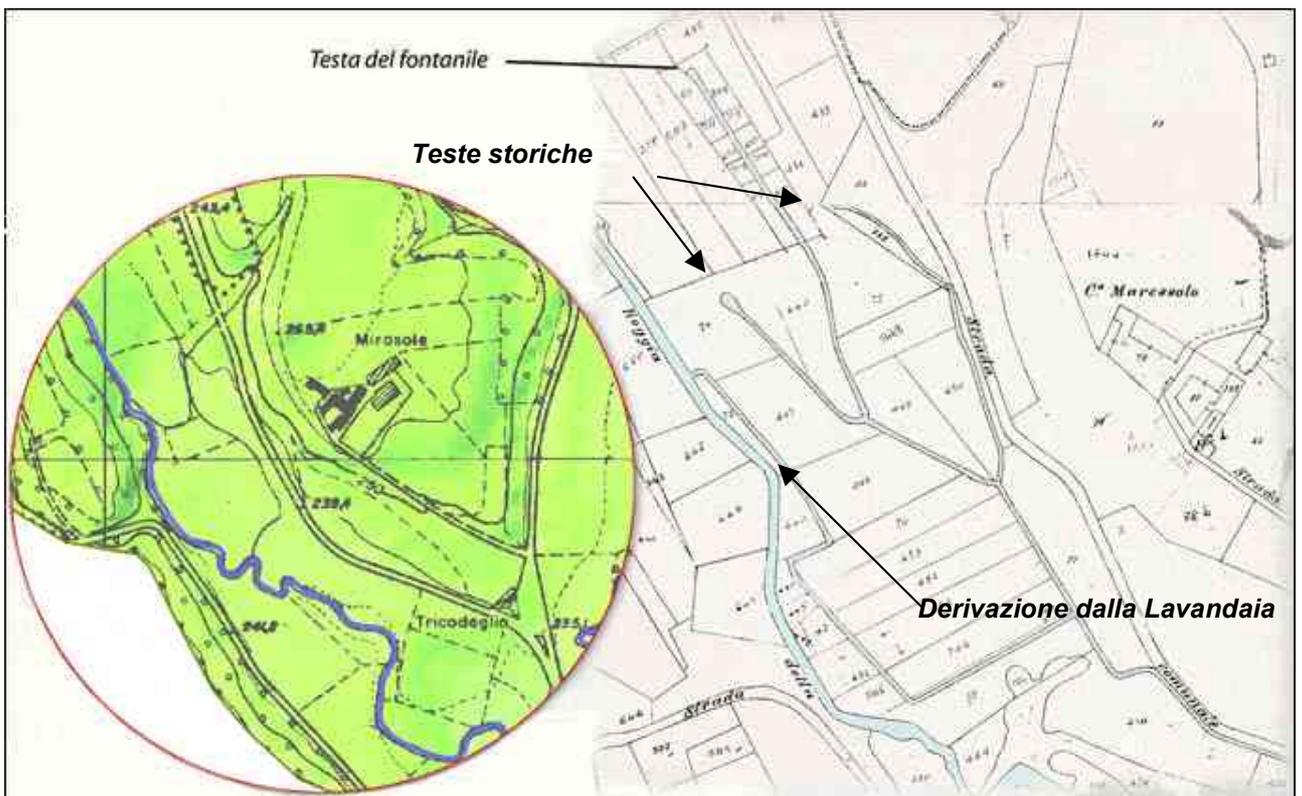


Dalla testa principale del Fontanile sito in località Mirasole, nella piana proprio sotto la cascina omonima, una lunghissima roggia convogliava l'acqua alla Villa Gallarati Scotti in Oreno, servendo lungo il percorso attività artigianali e manifatturiere, ed irrigando i campi attraversati nel percorso.

Il tracciato della roggia Gallarati Scotti è oggi quasi del tutto scomparso. Come è successo ad altri corsi d'acqua il declino è iniziato agli inizi del 1900, in particolare con il Decreto luogotenenziale 1664 del novembre 1916, che sancisce la proprietà pubblica delle acque. Da quella data si sono andati perdendo i motivi che garantivano l'impegno dei privati a mantenere efficiente e in buono stato il corso d'acqua e le opere connesse. Contemporaneamente e in modo più massiccio dagli anni '50 i cambiamenti produttivi ed economici introducono altre fonti energetiche sostitutive della forza idraulica.

Il tracciato è stato successivamente coperto da strade ed abitati e parzialmente interrato, ma alcuni tratti sono ancora visibili nelle vicinanze della villa di Oreno; il sedime è ancora tracciato sulle mappe catastali.

Il recupero di un bene prezioso come un fontanile e la riattivazione, anche se per un breve tratto, del corso d'acqua in uscita da esso si inquadrano da un lato nell'ambito delle attività che vogliono riportare all'attenzione dei cittadini l'importanza del bene acqua riscoprendone la valenza storica, dall'altro nel filone di quegli studi e progetti volti alla valorizzazione delle risorse naturali del territorio. In quest'ottica la presenza di aree umide in buono stato è per un territorio indicativa di un certo grado di qualità ambientale, e, almeno potenzialmente, di diversità ecosistemica.



Carta catastale con localizzazione del fontanile

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area indagata è ubicata lungo la valle del Torrente Lavandaia, in comune di Lomagna, al confine con il Comune di Missaglia, poco a monte della confluenza della Lavandaia nel Torrente Molgoretta.

Morfologicamente si tratta di una piana fluviale ben definibile delimitata lateralmente dalle superfici rilevate dei terrazzi di Mirasole e Valaperta; il Torrente Lavandaia percorre la piana con andamento a meandri, localmente rettificato e controllato attraverso piccole sistemazioni spondali. Le dinamiche fluviali sono quelle proprie di una piana di divagazione con situazioni di erosione e deposizione dei materiali.

La fascia centro-settentrionale del territorio comunale è di pertinenza del Parco Naturale di Montevecchia e Valle Curone, istituito con L.R. 16/09/1973 e regolamentato dal Piano Territoriale di Coordinamento con L.R. 29/04/1995, n.39.

Il Fontanile "dei Tini" è raggiungibile percorrendo per circa 500m via Raffaello Sanzio da località Tricodaglio in direzione Missaglia, quindi lasciando la strada asfaltata per percorrere 40 metri di strada sterrata che, sulla sinistra, raggiunge il corso della Lavandaia

In coordinate Gauss-Boaga, la testa del fontanile si trova a:

X: 1.528.032

Y: 5.058.252



Ubicazione fontanile "I Tini

L'area presenta caratteri prevalentemente agricoli; le superfici in prossimità della testa del fontanile sono interessate da colture cerealicole (mais) e da prati; sui versanti e lungo i corsi d'acqua sono presenti boschi e fasce boscate. Sulle sponde del Fontanile si trova prevalentemente vegetazione arbustiva sottoposta a taglio periodico e pulizia, costituita da robinie (*Robinia pseudacacia*), mentre sul pianalto della C.na Mirasole si incontra anche l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e l'olmo (*Ulmus minor*).



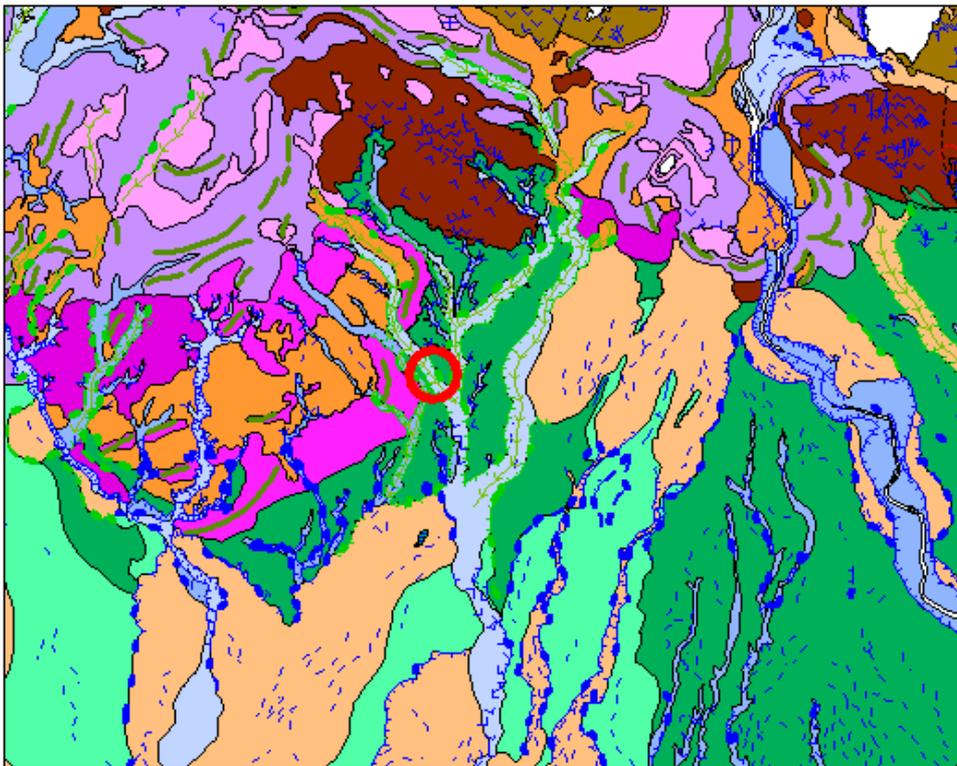
Robinie (sopra) al bordo della testa e pioppi e salici (sotto) lungo l'asta



Geologia e geomorfologia

La valle del Torrente Lavandaia si inserisce in un contesto caratterizzato dalla presenza di morfologie e depositi legati alle avanzate glaciali quaternarie e ai fenomeni di rimodellamento del materiale stesso ad opera dei corsi d'acqua. In particolare l'area è esterna alle fasce di cordoni morenici quaternari, ed è incisa nelle superfici terrazzate correlate agli stessi. La morena di Camparada – Usmate Velate, che risulta essere quella più meridionale e più antica dell'area, è posta immediatamente a sud-ovest del sito, in destra orografica, ed è correlabile ai rilievi su cui è posto l'abitato di Maresso (a nord del Fontanile, in sinistra orografica).

Alla cerchia morenica di Camparada ("Cordoni morenici antichi" – color fucsia nella figura seguente) sono collegate le superfici terrazzate dell'abitato di Lo magna ("Terrazzi antichi" – verde scuro), che rappresentano un antico livello della pianura. Attualmente queste superfici presentano morfologie debolmente ondulate, e sono costituite da ghiaie molto alterate, sulle quali si sono depositi materiali fini di origine eolica (loess). Tali superfici sono caratterizzate dall'alterazione molto spinta dei materiali geologici, che ha generato la matrice argillosa di cui sono costituiti i depositi stessi; sono inoltre presenti orizzonti pedogenetici induriti noti come fragipan. Il fragipan e l'abbondante matrice argillosa rendono difficoltosa l'infiltrazione dell'acqua, che tende a formare ristagni superficiali e/o piccole falde sospese.



*modificato da: Sistema Informativo Territoriale - Regione Lombardia
Basi informative ambientali della Pianura - Geomorfologia
scala di rappresentazione 1:150000*

AMBITI MORFOLOGICI

morfologie a substrato litoide		Rilievi al bordo della pianura
		Cordoni morenici antichi
morfologie di origine glaciale (aree glacializzate)		Cordoni morenici intermedi
		Cordoni morenici recenti
		Piane glaciali e retroclaciali
morfologie di origine fluvioglaciale (terrazzi)		Terrazzi antichi
		Terrazzi intermedi
morfologie di origine fluviale e fluvioglaciale (pianura)		Piane intramoreniche
		Alta pianura
		Media pianura idromorfa
		Bassa pianura a meandri
morfologie di origine alluvionale		Fondovalli montani
		Terrazzi fluviali
		Pianure alluvionali attuali e recenti

Elementi morfologici lineari

	arco o cordone morenico
	tracce di scaricatori fluvioglaciali
	scarpata di erosione di scaricatore glaciale evidente
	scarpata di erosione di scaricatore glaciale smussata
	orlo di terrazzo di erosione fluviotorrentizia evidente
	orlo di terrazzo di erosione fluviotorrentizia smussato
	vallecola a V
	paleovalvei



La valle della Lavandaia, nel tratto del Fontanile I Tini incide superfici terrazzate fluvioglaciali, che presentano quote di circa 20 m superiori rispetto al fondovalle. Si tratta del solco di un antico scaricatore glaciale, sul quale si è imposta l'idrografia attuale. Indagini specifiche hanno individuato la presenza di una paleovalle, la cui superficie di fondo presenta quota minima di 100 m s.l.m. (la quota dell'attuale superficie alla confluenza nel torrente Molgoretta è di 230 m) ed è stata riempita da

materiali grossolani, in prevalenza ghiaie e sabbie, la cui messa in posto è databile al Pleistocene –Olocene. I depositi superficiali sono legati alle dinamiche recenti e attuali del torrente, che nel tratto in esame presenta un andamento a meandri. Alcune testimonianze affermano che durante l'evento alluvionale del 2002 parte della piana in prossimità del Fontanile è stata interessata da esondazione e accumulo di depositi grossolani.



Idrogeologia

Lo Studio geologico a supporto del PRG del Comune di Lomagna (Lanfranconi e Penati, 2001) ricostruisce l'andamento degli acquiferi nel territorio comunale; in particolare individua una falda superficiale contenuta nei materiali di deposizione più recente, rappresentati dalle alluvioni dei torrenti Lavandaia e Molgoretta. Tale falda, non protetta da eventuali episodi di inquinamento e quindi non utilizzabile a scopo idropotabile, nella valle della Lavandaia presenta soggiacenza di pochi metri (meno di 10 m); nell'area del fontanile e nella zona immediatamente a monte dello stesso inoltre sono segnalate soggiacenze inferiori a 2 m, come riportato nella Carta di Sintesi (stralcio nella figura successiva).

Tali soggiacenze sono confermate dalle misure effettuate nel corso dello studio sui quattro piezometri approntati per il controllo delle oscillazioni freatiche e sulla quota del pelo dell'acqua nel Fontanile, che corrisponde alla quota freatica.



LEGENDA:

RISCHIO MORFODINAMICO

-  Zone in dissesto superficiali di limitata entità
-  Area in evoluzione morfodinamica

RISCHIO IDROGEOLOGICO

-  Zone frequentemente allagate dopo intense e frequenti precipitazioni.
Tubazioni drenanti otturate da materiale
-  Aree di esondazione del T. Molgoretta e Lavandaia
Danni lungo gli alvei con erosioni di sponda
-  Possibile occlusione dell'alveo
-  Occlusione attuale dell'alveo con materiale franato dal versante
-  Zone caratterizzate da frequente saturazione dei terreni
-  Zona caratterizzata da erosione della corrente fluviale
Sfondamento dell'argine durante le massime piene
-  Zona caratterizzata da vulnerabilità idrogeologica con bassa
soggiacenza della falda superficiale (tra -2.0 e -1.5 m)

RISCHIO GEOLOGICO TECNICO

-  Lesioni vistose e chiari indizi di movimento lungo
muri di sostegno
-  Area di degrado antropico, caratterizzata da materiale di riporto
di diversa origine inconsistente e facilmente franabile
-  Discarica di materiale di riporto e rifiuti urbani

Oltre alla falda superficiale si segnala la presenza di un secondo acquifero contenuto nei conglomerati (Ceppo) depositi precedentemente al materiale glaciale e in un ulteriore acquifero presente nelle lenti sabbioso ghiaiose delle argille plioceniche, ubiquitarie sotto il Ceppo.

L'acquifero del Ceppo è di fatto un acquifero multistrato, ed è localmente in contatto con la falda superficiale.

La falda freatica si dispone a Lomagna secondo un andamento divergente che segnala un alto idrogeologico in corrispondenza del terrazzo su cui sorge l'abitato. Nelle valli la superficie freatica si avvicina molto alla superficie.

Notizie più dettagliate sulla falda freatica locale sono fornite più avanti, al Cap.3



2. ATTREZZATURA DEL SITO E METODI

Programma di intervento

L'indagine è stata realizzata attraverso una prima fase di raccolta di dati bibliografici e informazioni, anche storiche, sul sito, alla quale sono seguite le indagini sul campo, che hanno permesso di attrezzare il sito per il monitoraggio e individuare il metodo più adatto a reperire informazioni sulla portata della falda.

Il monitoraggio del sito si è prolungato per circa 6 mesi (inizio giugno – fine novembre 2006); i piezometri posizionati permettono di continuare il monitoraggio stesso qualora ce ne sia la necessità.

Alla raccolta dati è seguita infine una fase interpretativa degli stessi, che ha fornito informazioni circa le modalità di deflusso nel canale in via di riattivazione.

Piezometri e prove penetrometriche

Al fine di conoscere la soggiacenza della falda freatica nella zona e di monitorare le oscillazioni della stessa in un periodo di tempo significativo, sono stati posizionati alcuni piezometri nell'intorno della testa del Fontanile.

L'ubicazione di ogni piezometro è stata concordata dal Consorzio Parco di Montevicchia e del Curone con i proprietari dei terreni e i gestori degli stessi, per conciliare le esigenze di indagine con le attività agricole esistenti nella zona.

I piezometri raggiungono la profondità di circa 4 m da p.c. (da 4.8 m di P1 a 3.25 di P4), e sono costituiti da tubi in pvc, fenestrati, del diametro di 1 pollice posizionati con un penetrometro superpesante tipo MEARDI-A.G.I. In superficie sono protetti da chiusini metallici.

La messa in posto di ogni piezometro è stata effettuata attraverso l'infissione nel terreno di una batteria di aste di diametro leggermente superiore al tubo fenestrato, fino a circa 5-6 m da piano campagna. Le aste metalliche sono state poi recuperate e sostituite dal tubo in pvc fenestrato. La procedura è stata possibile grazie alla natura dei terreni, poco argillosi e che non si richiudono immediatamente dopo l'estrazione delle aste metalliche, e alla scarsa profondità locale della falda. Profondità più elevate e terreni con contenuti d'argilla più elevati non permettono di utilizzare questa procedura e impongono l'utilizzo di metodi più impegnativi.

Nonostante la situazione favorevole, i tubi fenestrati di fatto non hanno potuto essere infissi per tutta la profondità raggiunta dalle aste metalliche (5 –6 m da p.c.), per il citato effetto di chiusura del foro. Nel piezometro P4 una maggiore quantità di ghiaia nel substrato ha causato alcuni problemi nell'infissione del tubo in pvc.

Le foto seguenti illustrano alcune fasi del posizionamento dei piezometri.



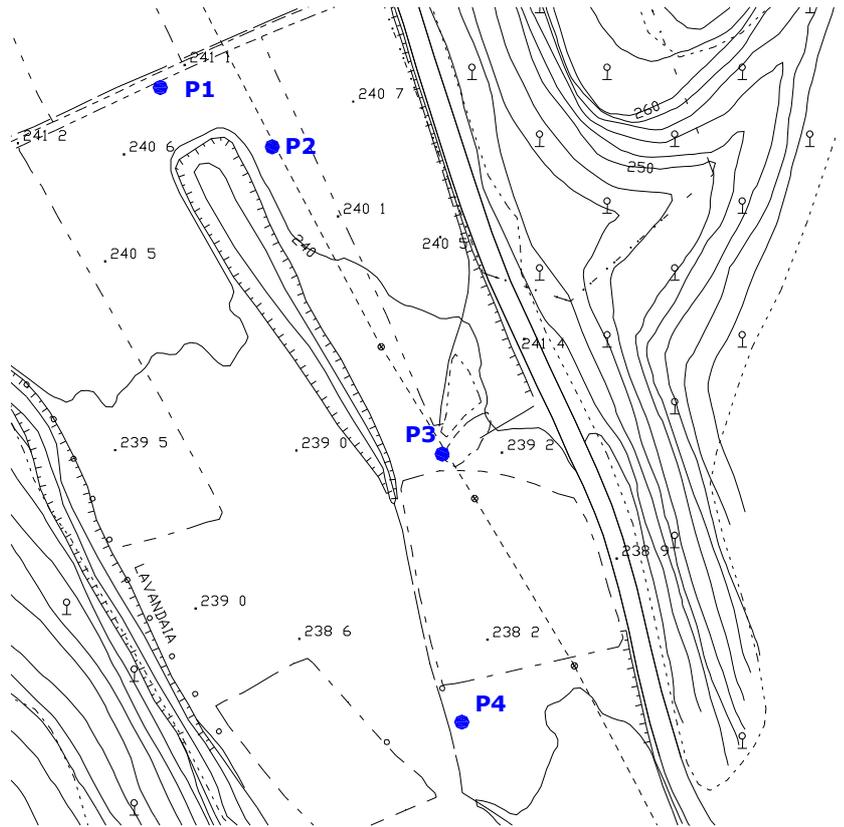
I
nfi
ssi
on
e



delle aste (sopra) e del tubo
fenestrato (a lato)
Sotto: posa del chiusino



Ubicazione dei piezometri



Piezometro	Profondità tubo pvc (cm) da p.c.	H chiuso (cm)	Quota testa piezometro (cm da punto 0.0)
P1	485	24	580.8
P2	470	28	530.1
P3	390	22	414.2
P4	325	28	336.1

Le misure di soggiacenza della falda sono state effettuate con cadenza di 10-20 gg, tramite apposito sondino.



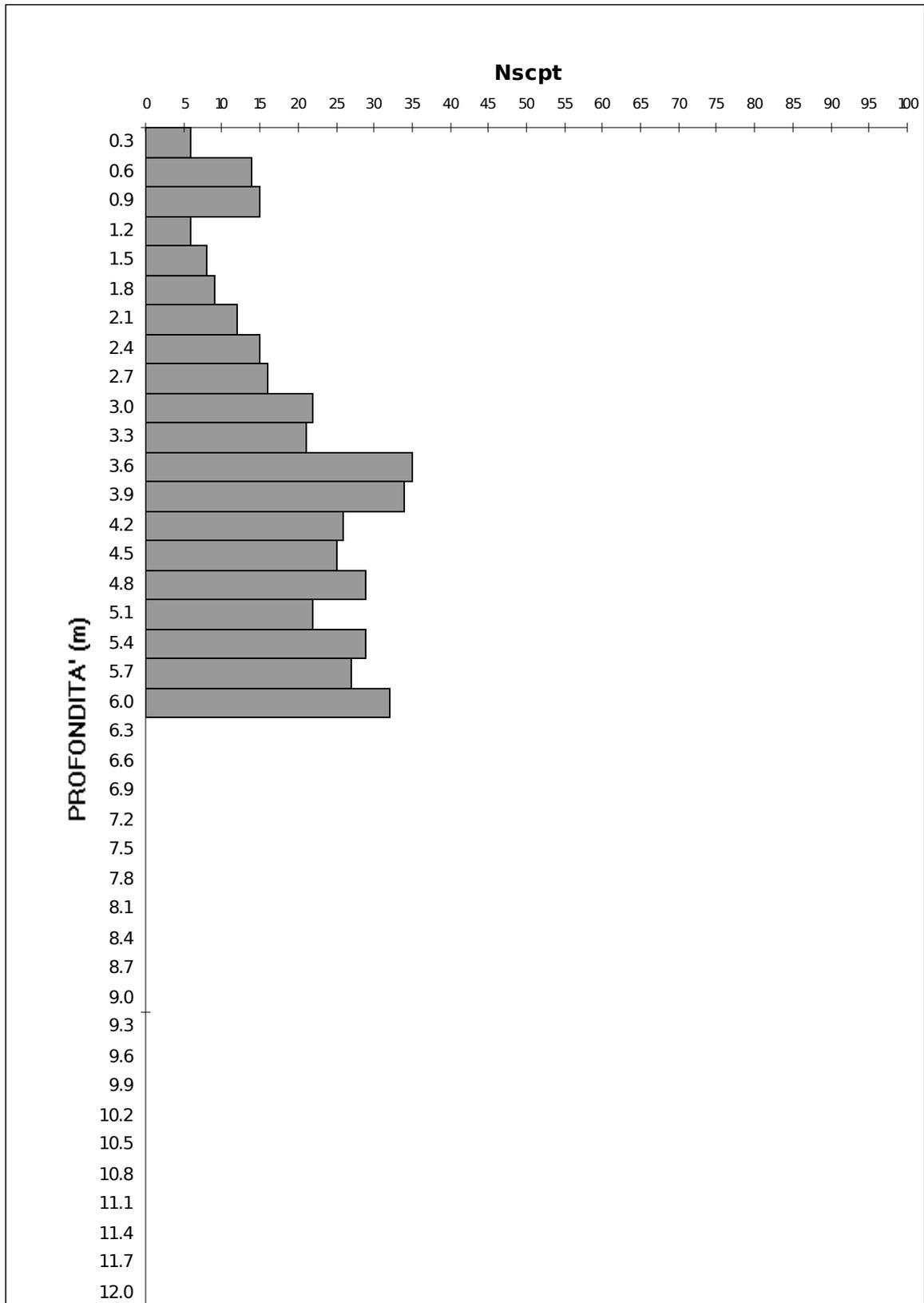
Ricostruzione stratigrafica

La messa in posto dei piezometri ha comportato di fatto l'esecuzione di quattro prove penetrometriche, che hanno permesso di registrare il numero di colpi di maglio necessari per permettere l'infissione di tratti di 30 cm di aste. Tali dati vengono rappresentati con appositi grafici, attraverso i quali si visualizza la resistenza alla penetrazione del terreno.

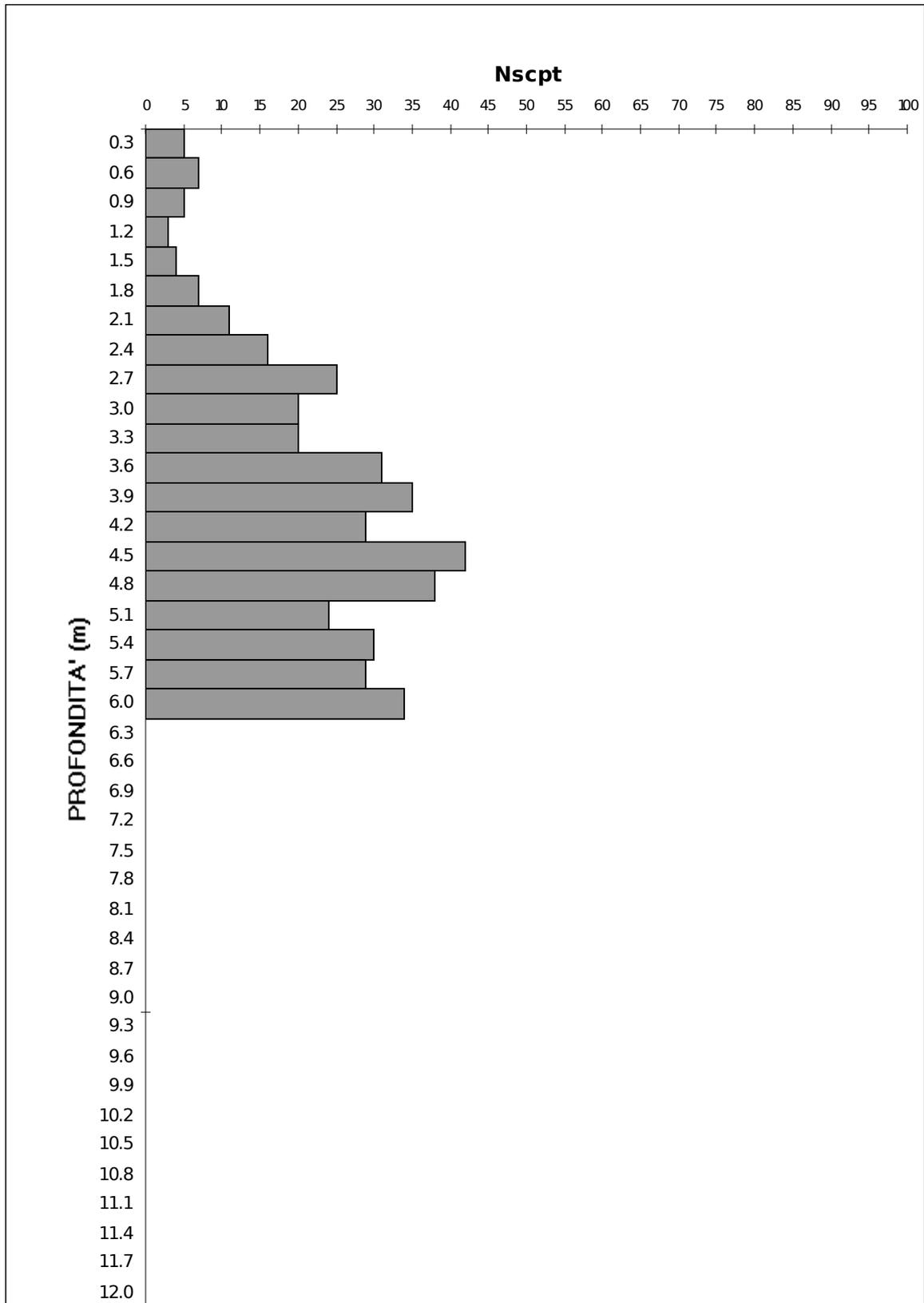
Nelle pagine seguenti sono riportati i grafici penetrometrici; la loro interpretazione è esposta al Cap.3

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE				
COMMITTENTE:		Consorzio Gestione Parco Reg. di		
CANTIERE		Montevicchia e Valle del Curone		
QUOTA DI RIFERIMENTO:		Fontanile I Tini - Lomagna		DATA 2 giu 06
piano campagna				
Profondità (m)	S.C.P.T. 1	S.C.P.T. 2	S.C.P.T. 3	S.C.P.T. 4
0.3	6	5	6	7
0.6	14	7	6	6
0.9	15	5	5	5
1.2	6	3	6	5
1.5	8	4	8	20
1.8	9	7	8	16
2.1	12	11	10	13
2.4	15	16	9	20
2.7	16	25	11	21
3.0	22	20	10	25
3.3	21	20	8	23
3.6	35	31	11	27
3.9	34	35	14	32
4.2	26	29	13	30
4.5	25	42	18	32
4.8	29	38	31	30
5.1	22	24	34	39
5.4	29	30		
5.7	27	29		
6.0	32	34		
6.3				
6.6				
6.9				
7.2				
7.5				

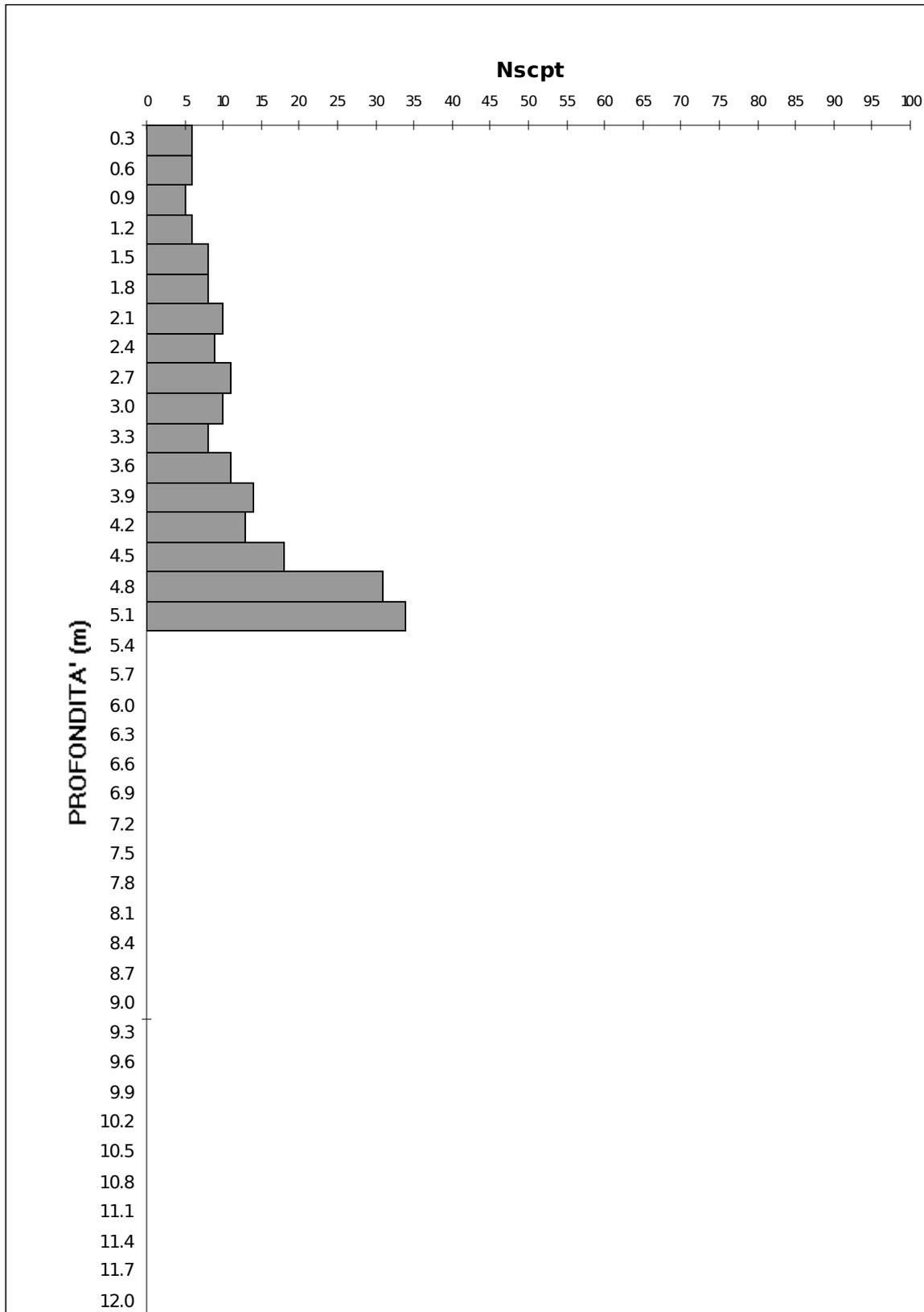
P1



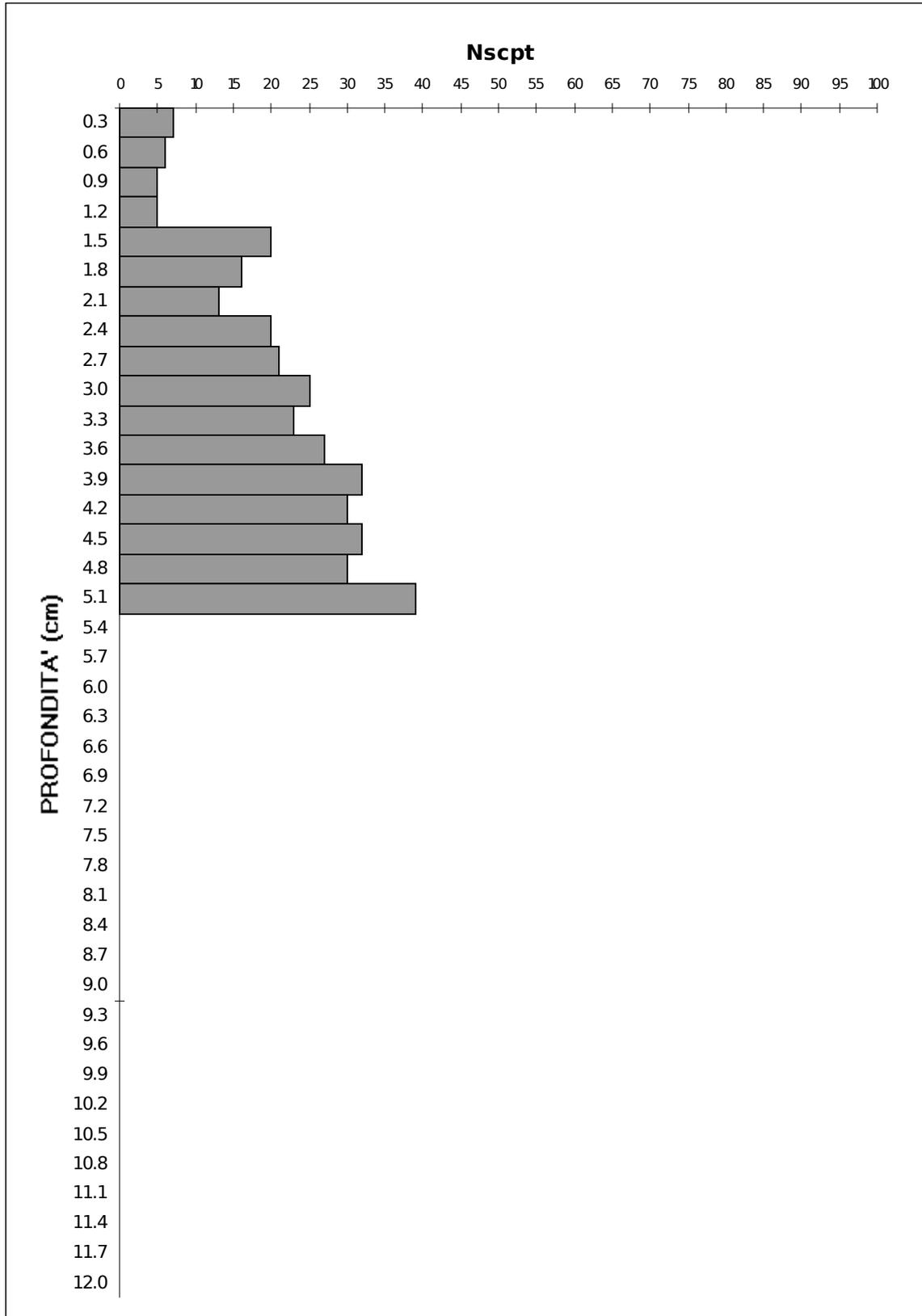
P2



P3



P4



Aste di misura dei livelli idrici

Per permettere il monitoraggio del livello del pelo libero dell'acqua nella testa del Fontanile, sono stati posizionati due idrometri (aste graduate di misura), nell'acqua ai due estremi del bacino idrico.

Ogni idrometro è costituito da un palo di legno infisso nel fondo del fontanile, sul quale è stata fissata una astina metallica millimetrata.

La scelta di posizionare due aste per monitorare la quota del pelo libero garantisce il controllo della misura stessa.

L'idrometro di monte (**A1**) è stato posizionato vicino alla sponda in prossimità di una ceppaia ancora in posto. La posizione è stata scelta proprio in funzione della presenza del ceppo, che ha garantito la possibilità di costruire una passerella in legno e di infiggere l'idrometro sufficientemente distante dalla riva. La passerella ha facilitato inoltre le operazioni di lettura del livello raggiunto dall'acqua.

In questo punto il battente risulta essere di circa 1.2 m.

L'idrometro di valle (**A2**) è ubicato alla fine del bacino che costituisce la testa vera e propria, in prossimità del canale di uscita.

Il battente in questo punto è di circa 1 m; è presente uno strato di sedimenti fini, non compattati di circa 40 cm.

La quota del pelo libero dell'acqua in m s.l.m. è stata ricostruita attraverso una serie di battute topografiche che hanno permesso di quotare un punto sulla passerella dell'idrometro A1.





Alcune fasi della messa in posto dell'asta A1





La

messa in posto dell'asta A2

Altre opere e misure

Per facilitare il raggiungimento degli idrometri, la cui lettura è possibile solo dalla sponda occidentale del Fontanile, è stato costruito sul canale di uscita un piccolo ponte in legno, utilizzando due tronchi di diametro 20 cm e lunghezza 4 m.

Per tutta la durata del monitoraggio sono stati tagliati gli arbusti in prossimità dei punti di misura.



Battute topografiche

In accordo con il Committente e a completamento della campagna di misure effettuata dallo stesso per ottenere i dati progettuali relativi alle geometrie del sito, è stata effettuata una campagna di battute topografiche sui punti di misura (piezometri ed aste), che ha permesso di attribuire una quota relativa ai punti battuti.

La quota assoluta dei punti è stata ottenuta, con una certa approssimazione, per confronto con le quote presenti nella Carta Tecnica del Comune di Lomagna, tra le quali si è scelta quella più prossima ad uno dei punti battuti durante la campagna di misure.

Tale metodo, sebbene non garantisca la precisione del dato, (che necessiterebbe di triangolazione e di correlazione a punti fissi delle proiezioni geodetiche), permette di riferire con buona approssimazione le misure effettuate ad una quota in metri sul livello del mare. La stima dell'errore introdotto si aggira su qualche decina di centimetri, ma si tratta di un errore uniforme su tutti i punti, che quindi non inficia i risultati ottenuti.

In questo modo è stato possibile quotare anche il pelo libero dell'acqua e riferire alla quota assoluta le oscillazioni dello stesso, nonché correlare tra loro le misure di soggiacenza dei singoli piezometri.



3. ATTIVITA' REALIZZATE E MISURE

Clima e apporti meteorici

Note sul clima del sito

Il sito studiato si trova a circa 250 m di quota, al margine degli apparati glaciali della Alta Pianura milanese, dove i gradienti di pioggia e temperatura tendono ad assumere una maggiore crescita.

I dati climatici relativi a temperature e piogge mensili sono ricavati da una ampia banca dati già messa a punto da REA e comprendente oltre 160 stazioni su tutto il territorio regionale. L'intervallo delle osservazioni copre il periodo 1951-2001 e fornisce dati calcolati per tutta la Regione.

Le medie cinquantennali sono inoltre messe a confronto con dati rilevati nel 2006. In particolare, considerate le necessità di dettaglio informativo necessarie per lo studio, si è scelta la stazione ERSAF di Cavenago B., che pur distante circa 10 km dispone di dati giornalieri di piogge e temperature oltre che di altri parametri meteorologici.

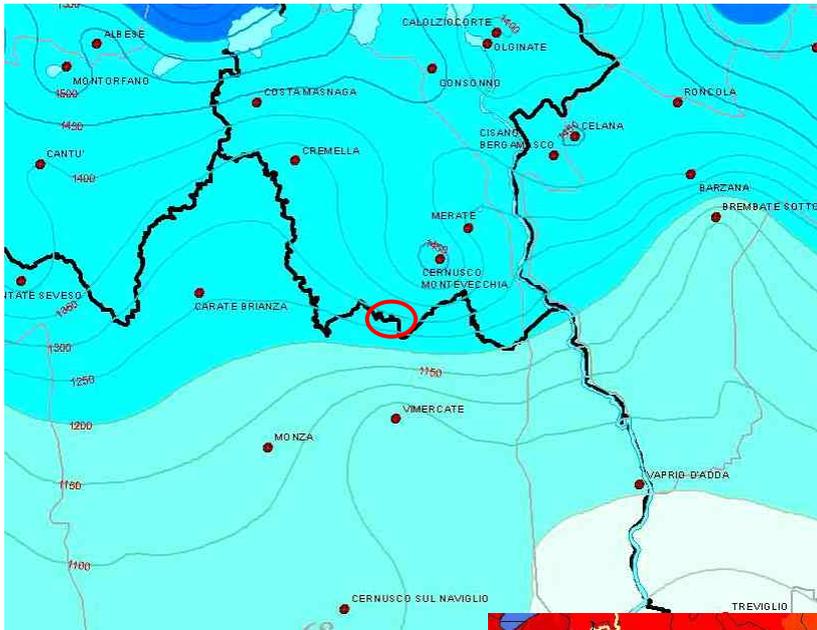
Per disporre di valori di P e T a Lomagna nel 2006, i dati medi mensili ottenuti per Cavenago sono stati corretti dei valori percentuali che, nella banca dati regionale, marcano la differenza tra le due località. Anche i valori del mese di dicembre 2006 sono stati ricavati modificando quelli medi del cinquantennio '50-2001 della variazione media riscontrata in tutti gli altri mesi dell'anno.

Piogge	<i>Cavenago</i>	<i>Lomagna</i>		<i>Cavenago</i>	<i>Lomagna calc.</i>	deficit%
banca dati	P	P	dati2006	P	P	
gen	66	69	gen	27,6	30,6	
feb	65	73	feb	57,2	63,5	
mar	75	79,5	mar	33,2	36,9	
apr	90,5	102,5	apr	66	73,3	
mag	107,5	120,5	mag	46	51,1	
giu	106,5	124	giu	6,6	7,3	
lug	86,5	96,5	lug	10,4	11,5	
ago	107,5	123	ago	162	179,8	
set	88	97	set	90	99,9	
ott	124	134,5	ott	45,2	50,2	
nov	107	119	nov	60	66,6	
dic	73,5	75	dic	30,1	33,4	
tot	1097	1213,5	tot	634,335	704,1	41,9
Temperature	<i>Cavenago</i>	<i>Lomagna</i>		<i>Cavenago</i>	<i>Lomagna calc.</i>	variaz.+%
banca dati	T	T	dati2006	T	T	
gen	2,2	2	gen	1,25	1,22	
feb	4,1	3,8	feb	3,6	3,51	
mar	8,2	7,8	mar	7,6	7,42	
apr	11,7	11,2	apr	13,12	12,81	
mag	16,7	16,1	mag	17,6	17,18	
giu	20	19,5	giu	22,66	22,12	
lug	22,8	22,3	lug	27,02	26,37	
ago	22,3	21,8	ago	20,87	20,37	
set	18	17,5	set	20,68	20,18	
ott	12,7	12,4	ott	15,71	15,33	
nov	6,9	6,6	nov	9,74	9,51	
dic	2,8	2,6	dic	3,08	3,01	
medie	12,4	12,0	medie	13,58	13,25	10,4

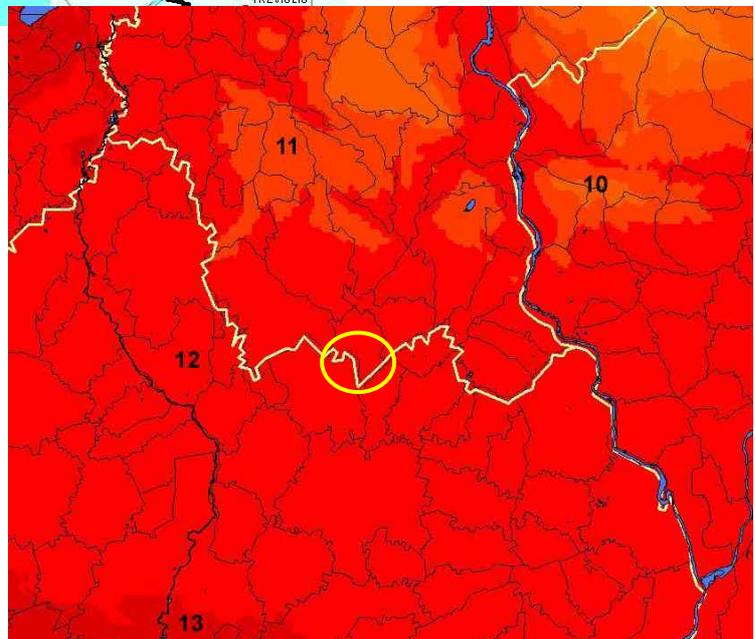
La tabella precedente raccoglie in sintesi i dati principali termopluviometrici relativi ai territori di Cavenago e Lomagna ricavati dalla banca dati regionale REA, i dati 2006 di Cavenago B. e quelli calcolati per Lomagna 2006.

I valori relativi alle piogge annue a Lomagna nel cinquantennio 1951-2001 si attestano su valori superiori a 1200 mm, mentre scendono a poco più di 700 mm (calcolati) nel 2006 con un deficit di quasi il 42% rispetto alle medie precedenti. Per le temperature si passa da 12°C di T annua a 13,25 con un incremento di più del 10%. Naturalmente il solo anno 2006 non può essere usato tal quale per identificare la situazione climatica attuale, ma è noto (L.Mariani – relazioni inedite) che con la metà degli anni '80 si è passati ad un regime pluviotermometrico più secco con un evidente deficit idrico e un incremento delle temperature. Naturalmente ciò va tenuto presente nella valutazione delle risorse idriche disponibili.

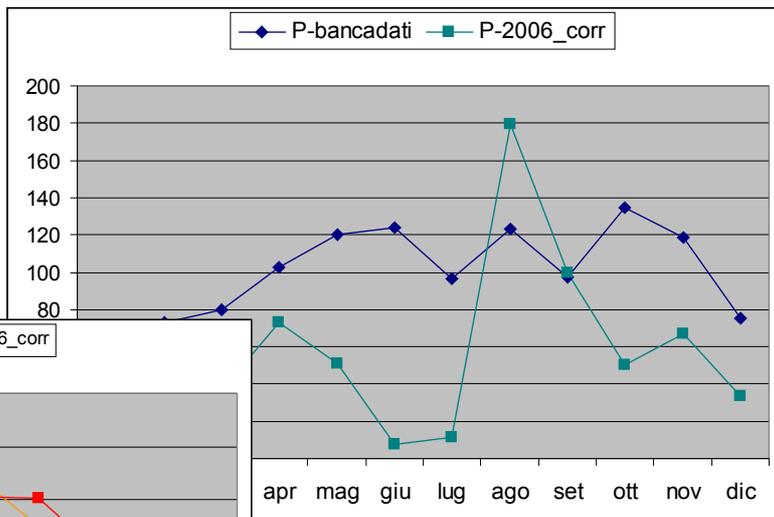
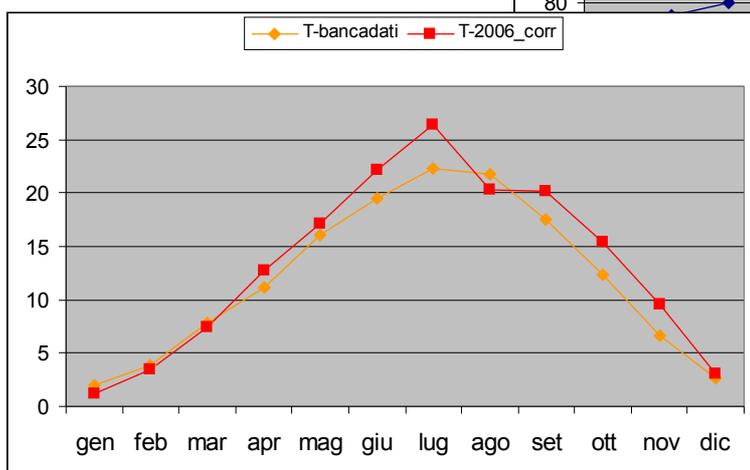
Il clima, definibile "sublitoraneo", presenta qui caratteri più "padani" che "alpini", poiché i due massimi pluviometrici primaverile e autunnale si equivalgono. Nel caso specifico è presente anche un incremento della piovosità nel mese di agosto, particolarmente sensibile nel 2006 (180 mm, di norma limitato a 120).



Carta delle isoiete medie annue sec. Cerini, Carelli (2000) (sopra) e delle temperature medie sec. la banca dati rea (sotto)



regimi delle piogge (a fianco) e delle temperature (sotto) a Lomagna nella banca dati cinquantennale e nei rilievi 2006



Quanto alle temperature si noti che la media di gennaio è pari a 2,6°C (3,01 nel 2006), mentre la massima coincide con il

mese di luglio che nel 2006 è stato, con 26,37°, superiore del 18% alla media cinquantennale.

Il semestre giugno-novembre 2006

Per il semestre giugno-novembre, periodo interessato dalla sperimentazione e dalle misure sul Fontanile, oltre ai valori complessivi di precipitazione e alle medie delle temperature, si sono calcolati i valori di evaporazione dallo specchio d'acqua.

Il calcolo della evaporazione, quando non si disponga di misure sperimentali o di una completa serie di valori climatici (pressione barometrica, vento, ecc.) risulta molto aleatorio. Oltre alla formula empirica di Vicentini ($EV_m = 2,25 * T_m^{1,5}$), molto semplificata, si è provato ad utilizzare, senza miglior risultato la formula proposta da Dragoni-Valigi (1994), che risulta più valida per ambienti del versante tirrenico dell'Italia centrale.

Il valore ricavato da Visentini risulta molto elevato, poiché utilizza la temperatura media mensile, piuttosto elevata nel 2006.

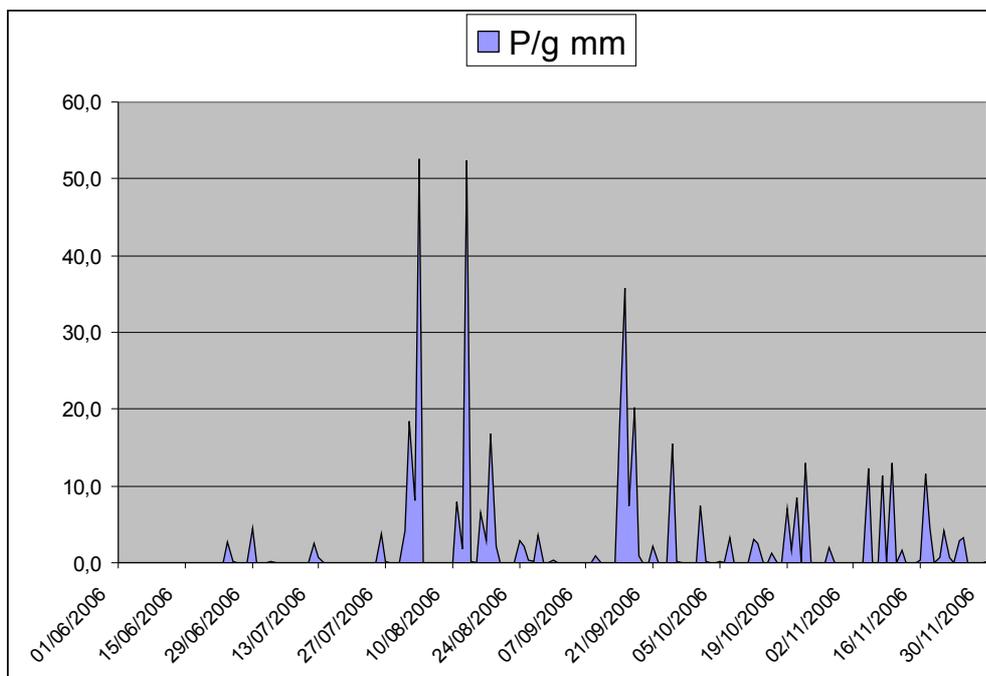
Il valore ottenuto supera del 40% la piovosità media del semestre nel cinquantennio, ed è di molto superiore alle piogge del semestre 2006 (< del 40%). Considerando tuttavia la posizione dello specchio d'acqua del Fontanile e l'ombreggiamento che lo caratterizza, nonché la sovrastima che caratterizza spesso la formula di Visentini, è possibile che si possa considerare più ragionevole un valore inferiore a 1000 mm di evaporazione nel semestre considerato. Il che comunque dà origine ad un deficit di

circa 5-600 mm, pari a circa 260 m³ d'acqua, che evidentemente viene compensata dagli apporti di falda.

dati2006	P	P(bd)	T	EV(Vs)
giu	7,3	124,0	22,1	234,0
lug	11,5	96,5	26,4	304,7
ago	179,8	123,0	20,4	206,8
set	99,9	97,0	20,2	204,0
ott	50,2	134,5	15,3	135,1
nov	66,6	119,0	9,5	65,9
tot-media	415,4	694,0	19,0	1150,6

La distribuzione delle piogge nel periodo considerato, oltre che dai valori mensili, può essere esaminata sulla base dei dati giornalieri, peraltro, come visto, disponibili per Cavenago B. e calcolati per Lomagna.

Si è trattato di un periodo abbastanza secco, soprattutto nei mesi d'inizio estate (giugno e luglio) e in quelli autunnali (ottobre e novembre). Agosto e settembre sono invece stati superiori alle medie (agosto) o equivalenti (settembre). In due sole occasioni le piogge giornaliere hanno superato i 50 mm (agosto) e in una occasione i 35 mm (settembre). Le serie di giornate più piovose si sono collocate tra l'1 e il 3/8 (79,3 mm - 19,8 mm/g), l'11 e il 18/8 (90,8 mm -) e tra il 14 e il 18/9 (81 mm). Anche nel semestre considerato, dunque, il deficit idrico rispetto al periodo '51-2001, raggiunge il 40%.



La falda freatica

Oscillazioni del livello idrico nel Fontanile

Il regime giornaliero delle piogge è stato anche confrontato con le oscillazioni del livello idrico nel Fontanile, misurato per mezzo delle due aste di misura appositamente posizionate (si veda al capitolo precedente – immagini punto A1, a monte, e A2, a valle).



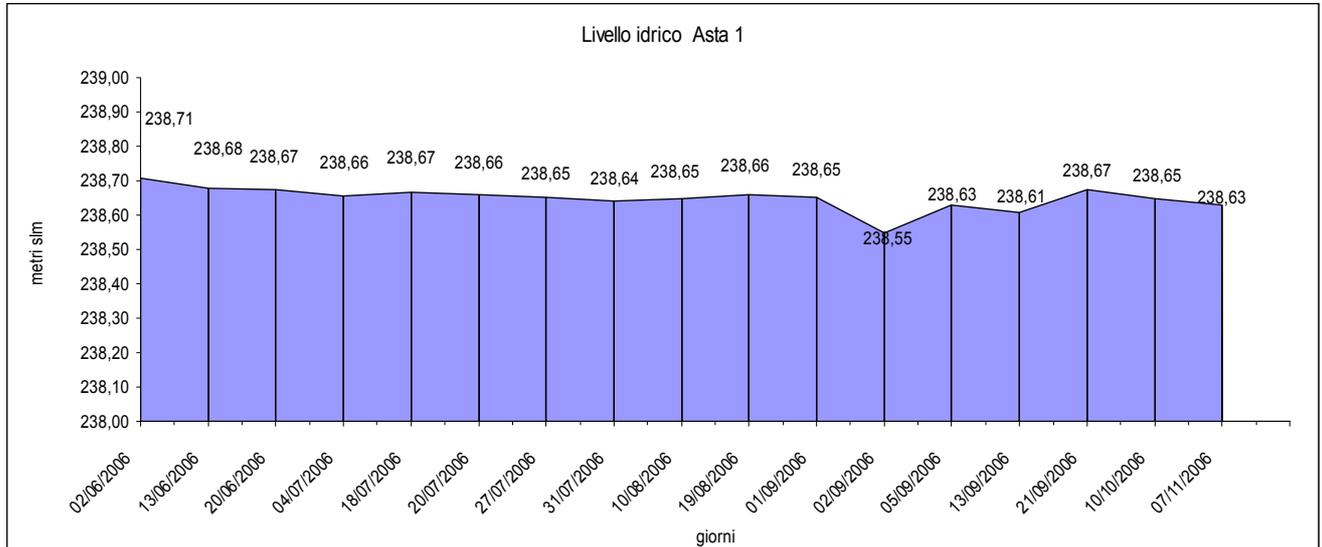
Le misure sono state avviate all'inizio del mese di giugno e concluse con un controllo in novembre 2006.

Le variazioni del livello idrico sono state contenute in un intervallo di 10 cm circa, naturalmente escludendo i livelli minimi raggiunti durante la prova di portata, per emungimento forzato con pompe idrovore.

Dall'inizio di giugno alla misura del 31 luglio si assiste ad un lieve, costante abbassamento del livello idrico nello specchio d'acqua, limitato comunque a circa 7 cm complessivamente. Occorre considerare che in questo periodo risulta anche massima la perdita dovuta alla evaporazione diretta dalla superficie idrica. Dall'inizio di agosto al primo settembre, questo abbassamento si ferma ed, anzi si assiste a qualche segnale di ripresa che culmina dopo la metà del mese (+ 2 cm), in corrispondenza della fine del secondo periodo piovoso di agosto (90 mm di pioggia in una settimana circa).

Dopo l'esecuzione della prova di portata e il forzato abbassamento dei livelli idrici, il Fontanile sembra riprendere con difficoltà la quota precedente, che viene recuperata solo dopo le piogge del periodo 14-18/9 (misura del 21/9). Successivamente e fino a tutto novembre prosegue un lieve abbassamento che porta il livello a circa -10 da quello iniziale di giugno. E' probabile che le piogge

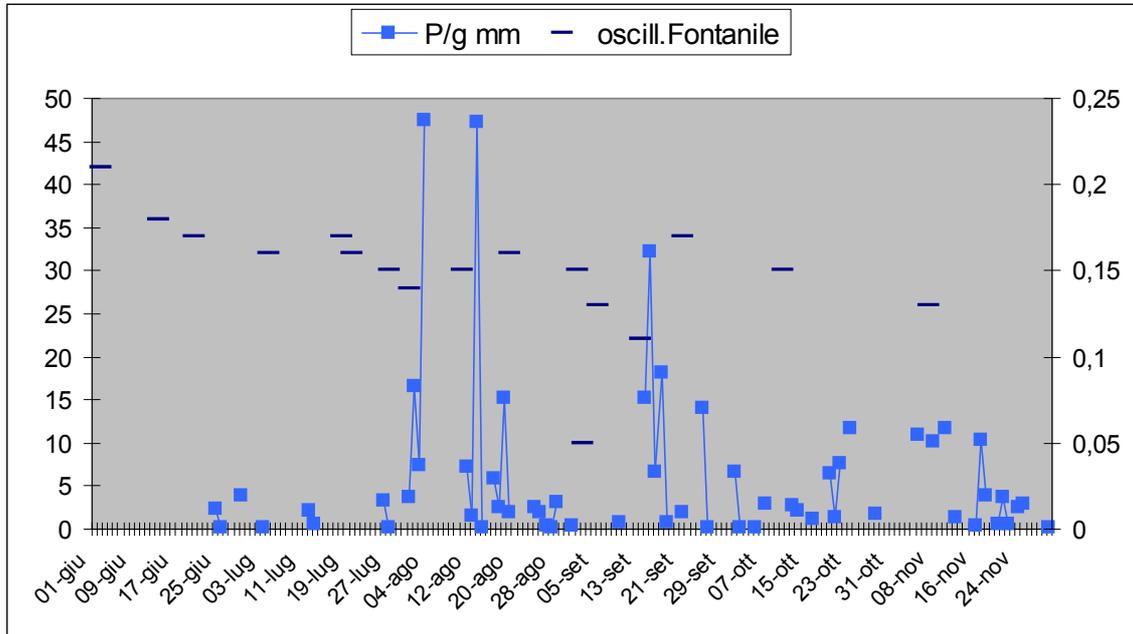
intense della prima decade di dicembre possano aver innescato una ripresa più netta del livello dell'acqua nel Fontanile, cosa che potrà essere verificata con apposito controllo.



Il confronto tra le oscillazioni del livello idrico nel Fontanile e il regime delle piogge registrato nel periodo di controllo, mostra, come descritto in precedenza, una precisa correlazione, limitata però ad una modesta influenza delle sole precipitazioni di maggiore entità e con tempi di risposta piuttosto rapidi.

Trattandosi di oscillazioni di 1-3 cm a volta, risulta difficile separare l'effetto dell'apporto idrico di falda dagli altri elementi del bilancio (evaporazione, ecc.), considerando anche l'effetto di apporto diretto sullo specchio d'acqua di 5-10 cm di pioggia negli eventi di maggiore intensità. Tuttavia gli incrementi successivi ad eventi piovosi significativi sono sempre riconoscibili.

Nella figura seguente è illustrata questa correlazione (asse Y a sinistra: mm di pioggia; asse Y a destra: oscillazione rispetto ad un valore minimo virtuale di poco inferiore a quello raggiunto durante la prova di portata del 2/9/06).

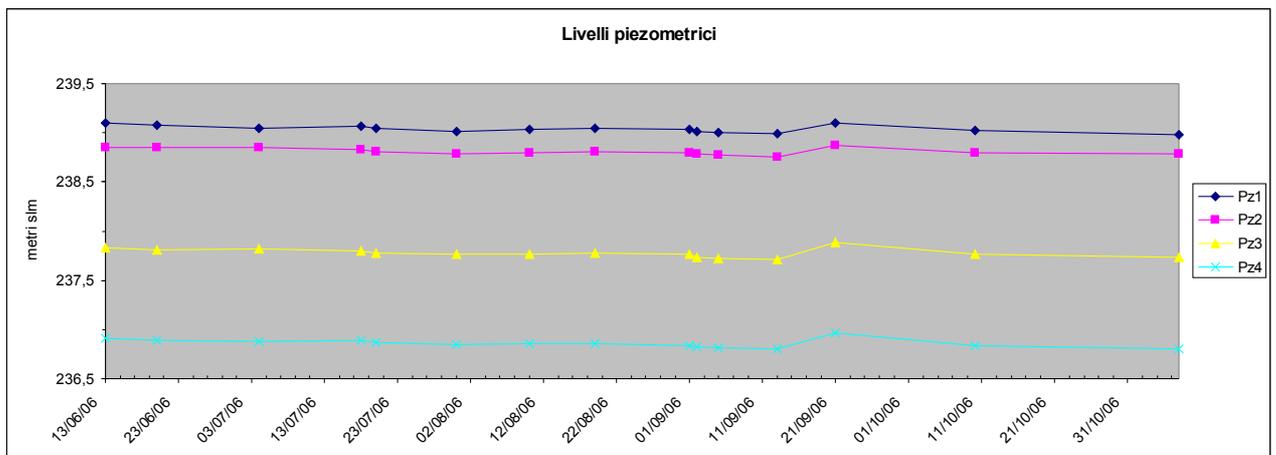


Oscillazioni della falda locale

Allo scopo di controllare adeguatamente i livelli della falda idrica nei pressi del Fontanile, correlandoli con la superficie idrica di questo sia nel corso dei mesi di sperimentazione, sia in corrispondenza della prova di portata, sono stati installati i 4 piezometri di cui si parla al Cap.2.

Le misure effettuate hanno fornito valori abbastanza costanti che, comunque, hanno consentito di effettuare le verifiche attese e di approfondire le valutazioni sul comportamento della falda freatica.

Nella figura seguente sono riportati i grafici corrispondenti alle quote misurate tra il 13/6/06 e il 7/11/06 nei 4 piezometri di controllo.



Il più netto abbassamento corrisponde alla settimana seguente la prova di pompaggio-portata che, oltretutto, conclude un periodo asciutto. Ad essa segue l'innalzamento più netto della falda, leggibile nelle misure del 21/9.

Nella tabella generale consultabile più avanti sono riportate tutte le misure effettuate in corrispondenza delle aste di controllo dei livelli del Fontanile e dei 4 piezometri esterni.

Nella tabella seguente sono, invece, raccolti i soli dati significativi relativi ai piezometri, con indicate le oscillazioni, positive e negative, alle date significative, rispetto alla misura iniziale (Δ -A) e alla misura precedente (Δ).

ID misure	misure ai piezometri	piezo1			piezo2			piezo3			piezo4		
		valore m	Δ -A cm	Δ cm									
A	avvio02/06	239,098			238,851			237,832			236,911		
B	31-lug	239,018	-8	-8	238,786	-6,5	-6,5	237,772	-6	-6	236,851	-6	-6
C	19-ago	239,048	-5	3	238,811	-4	2,5	237,782	-5	1	236,861	-5	1
D	13-set	238,993	-10,5	-5,5	238,756	-9,5	-5,5	237,717	-11,5	-6,5	236,8	-11,1	-6,1
E	21-set	239,098	0	10,5	238,871	2	11,5	237,882	5	16,5	236,961	5	16,1
F	finale	238,978	-12	-12	238,781	-7	-9	237,732	-10	-15	236,801	-11	-16

I valori riportati si riferiscono: all'avvio delle misure e alla ultima misura attualmente disponibile; inoltre alle misure precedenti e successive agli eventi piovosi della prima parte di agosto (31/7 e 19/8), alla misura successiva alla prova di portata nel Fontanile e alla fine delle piogge della metà di settembre. In tutti i piezometri si ripetono dunque andamenti simili sottolineati dai valori riscontrabili alle date segnalate.

I valori di livello freatico più elevati corrispondono alla misura del 21/9, successiva ad un periodo piovoso di circa 81 mm di pioggia in 5 giorni (16,2 mm/g). Esso sembra avere un effetto più deciso dell'evento di metà agosto che risulta distribuito su un arco di 9 giorni (10,1 mm/g) e delle piogge di inizio agosto, pure più intense (19,8 mm/g), ma estese per soli 3 giorni e collocate in un periodo particolarmente secco.

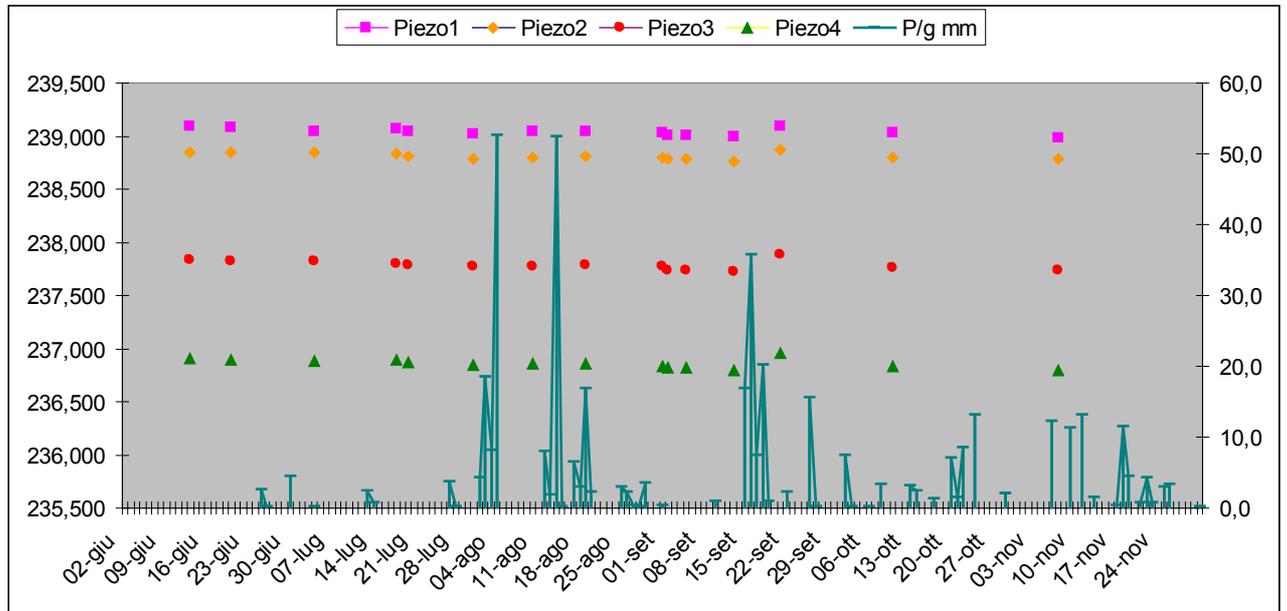
Nel piezometro 1, invece, e nello stesso Fontanile, i valori registrati all'inizio della campagna di misure rimangono i più elevati, come se l'afflusso dal centro della valle risulti più lento rispetto a quello laterale (da est) in occasione delle piogge e, probabilmente, in parte drenato dal corso del T.Lavandaia.

Le oscillazioni negative registrate il 13 settembre, dopo la prova di emungimento e portata al Fontanile, mostrano i valori più bassi della serie nei piezometri 2, 3 e 4, ma non nel piezometro 1 che, evidentemente, trovandosi a monte del Fontanile, ha risentito un po' meno degli altri dell'abbassamento indotto nel livello di questo. Anche le altre misure sembrano confermare una risposta più generale dei piezometri 1 e 2 e una più locale dei piezometri 3 e 4. Probabilmente conserva un certo peso come già



accennato, l'afflusso laterale e l'esistenza di una fascia permeabile corrispondente all'antico capofonte posto ad est dell'attuale.

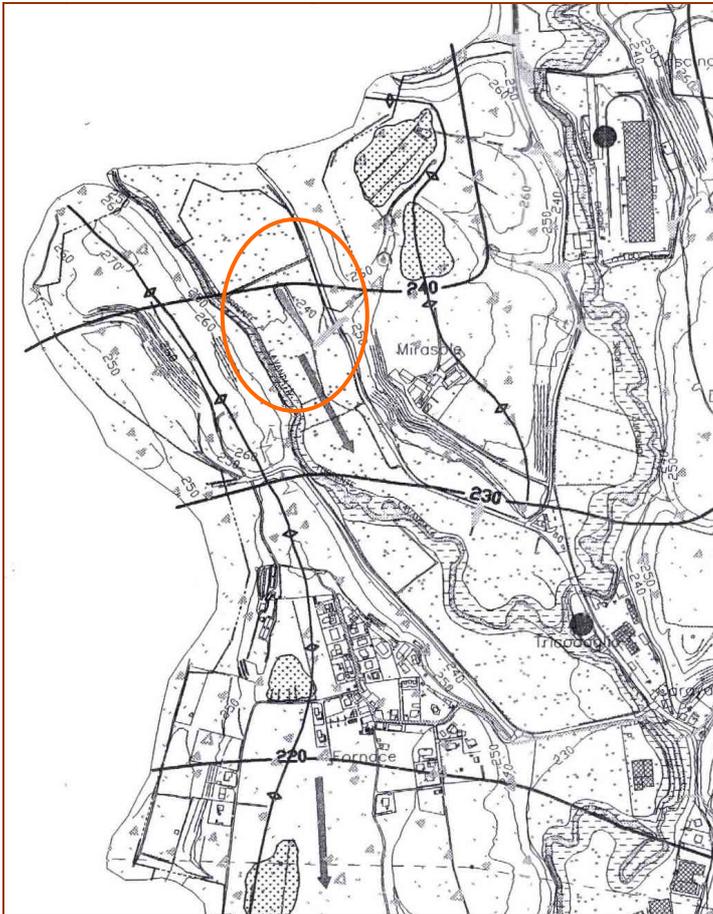
La relazione con le piogge è dunque abbastanza ben confermata anche dai livelli piezometrici, come visibile (nonostante gli scarsi dislivelli) nella figura seguente.



Fontanile "I Tini", o Gallarati Scotti, presso Parco di Montevicchia e Valle Curone, Lomagna (LC)

punti	asta 1 (testa)		asta 2 (valle)		piezo1 (monte)			piezo 2 (lato monte)			piezo 3 (lato valle)			piezo 4 (corso valle)		
	lettura (cm)	livello (m slm)	lettura (cm)	livello (m slm)	lettura (m)	soggiacenza (m)	quota piezometrica (m slm)	lettura (m)	soggiacenza (m)	quota piezometrica (m slm)	lettura (m)	soggiacenza (m)	quota piezometrica (m slm)	lettura (m)	soggiacenza (m)	quota piezometrica (m slm)
prof. acqua	120,00															
quota relativa (A1:sulla tavola)	3,168		3,168		5,808			5,301			4,142			3,361		
corrispondenza lettura tavola-asta:	114,100		107,300													
stima quota (m slm) p.to 0	235,800															
quota (m slm) assoluta	238,968		238,968		241,608			241,101			239,942			239,161		
prof. piezometro					4,850			4,700			3,900			3,250		
d(tubo-p. camp.)					0,240			0,280			0,220			0,280		
02/06/06	88,20	238,71	81,45	238,71	no piez			no piez			no piez			no piez		
13/06/06	85,20	238,68	78,40	238,68	2,510	2,270	239,098	2,250	1,970	238,851	2,110	1,890	237,832	2,250	1,970	236,911
20/06/06	84,60	238,67	77,80	238,67	2,530	2,290	239,078	2,255	1,975	238,846	2,127	1,907	237,815	2,270	1,990	236,891
04/07/06	82,80	238,66	76,00	238,66	2,560	2,320	239,048	2,250	1,970	238,851	2,120	1,900	237,822	2,280	2,000	236,881
18/07/06	84,10	238,67	77,30	238,67	2,540	2,300	239,068	2,270	1,990	238,831	2,140	1,920	237,802	2,270	1,990	236,891
20/07/06	83,30	238,66	76,50	238,66	2,560	2,320	239,048	2,290	2,010	238,811	2,160	1,940	237,782	2,290	2,010	236,871
27/07/06	82,40	238,65	76,00	238,66	no piez			no piez			no piez			no piez		
31/07/06	81,20	238,64	74,80	238,64	2,590	2,350	239,018	2,315	2,035	238,786	2,170	1,950	237,772	2,310	2,030	236,851
10/08/06	82,20	238,65	75,40	238,65	2,570	2,330	239,038	2,300	2,020	238,801	2,170	1,950	237,772	2,305	2,025	236,856
19/08/06	83,20	238,66	76,30	238,66	2,560	2,320	239,048	2,290	2,010	238,811	2,160	1,940	237,782	2,300	2,020	236,861
01/09/06	82,30	238,65	75,50	238,65	2,575	2,335	239,033	2,300	2,020	238,801	2,175	1,955	237,767	2,322	2,042	236,839
02/09/06	72,00	238,55	70,20	238,60	2,600	2,360	239,008	2,320	2,040	238,781	2,205	1,985	237,737	2,340	2,060	236,821
05/09/06	80,30	238,63	72,80	238,62	2,610	2,370	238,998	2,330	2,050	238,771	2,215	1,995	237,727	2,345	2,065	236,816
13/09/06	77,90	238,61	71,10	238,61	2,615	2,375	238,993	2,345	2,065	238,756	2,225	2,005	237,717	2,361	2,081	236,800
21/09/06	84,60	238,67	77,50	238,67	2,510	2,270	239,098	2,230	1,950	238,871	2,060	1,840	237,882	2,200	1,920	236,961
10/10/06	82,10	238,65	75,20	238,65	2,580	2,340	239,028	2,300	2,020	238,801	2,180	1,960	237,762	2,330	2,050	236,831
07/11/06	80,30	238,63	73,50	238,63	2,630	2,390	238,978	2,320	2,040	238,781	2,210	1,990	237,732	2,360	2,080	236,801
01/09/06**	-	-	-	-	2,565	2,325	239,043	2,330	2,050	238,771	2,195	1,975	237,747	2,320	2,040	236,841
** a fine prova																

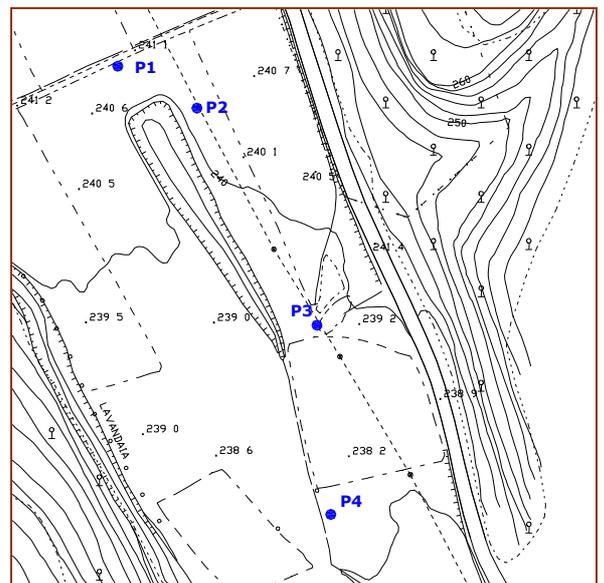
Altre osservazioni sulla falda freatica



Nella figura a fianco, che rappresenta un dettaglio della Carta Idrogeologica prodotta per lo studio geologico a supporto del PRG di Lomagna (Lanfraconi, Penati 2001) sono riportate le linee isofreatiche ricavate da punti di misura sparsi sull'intero territorio. La soggiacenza è minima e la direzione delle linee di flusso sembrerebbe rivolta verso sud o sud-sud-ovest.

Per tentare di aggiungere qualche elemento di valutazione sull'andamento della falda freatica all'intorno del Fontanile, oltre alle considerazioni già scaturite dalla analisi delle misure nei piezometri, si sono utilizzati i dati ricavati dalle prove penetrometriche per ipotizzare la stratigrafia locale dei terreni e l'andamento della piezometria in corrispondenza dei piezometri e lungo due sezioni rappresentative.

Pur non fornendo informazioni dirette sulle caratteristiche granulometriche del materiale di substrato, la standardizzazione delle prove, unita alla conoscenza geologica dell'area,



permette infatti di ottenere indicazioni di massima sulla tipologia di terreni attraversati.

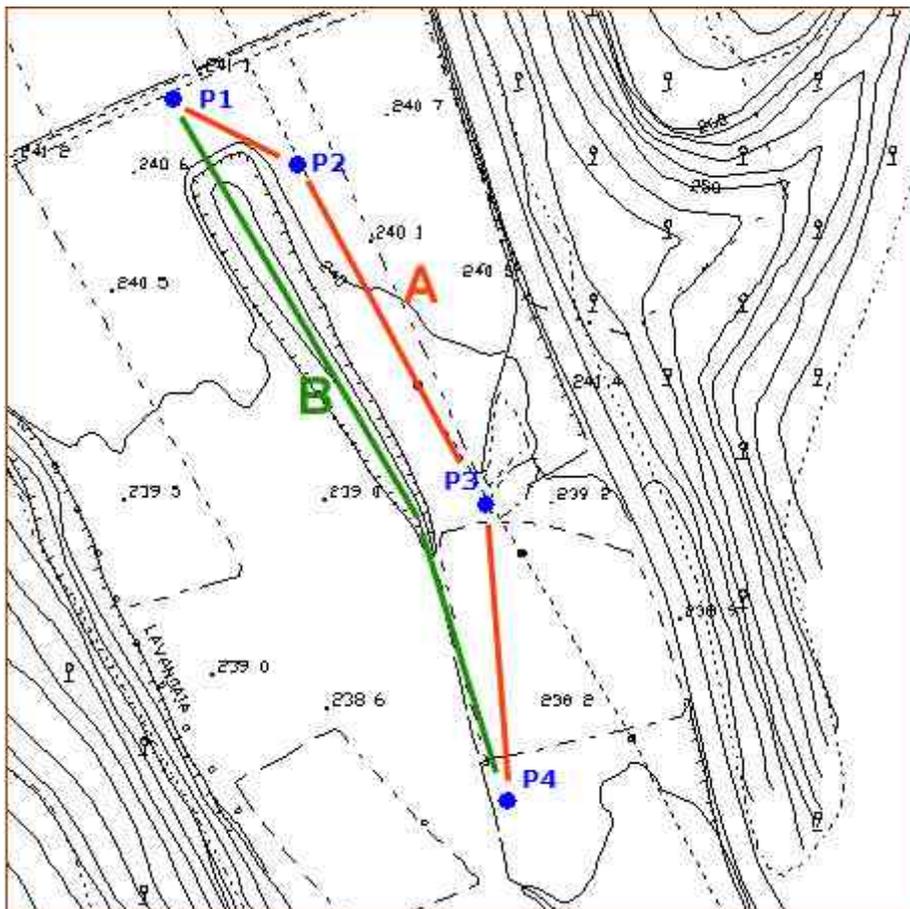
In particolare si evidenzia la presenza di un orizzonte superficiale (N.scpt compreso tra 4 e 12 colpi circa) dello spessore di circa 2 m (2,1 m in P1 e P2, ridotto a 1,2 m in P4). Questo orizzonte è costituito da sabbia limosa con ghiaia e comprende gli orizzonti pedogenizzati.

Al di sotto dei 2 m l'aumento del numero di colpi necessari per un avanzamento di 30 cm indica il passaggio a granulometrie più grossolane (ghiaie e sabbie); le caratteristiche geotecniche di portanza sono comunque più che discrete nell'orizzonte superficiale, ottime al di sotto dei 2 m.

La prova P3 evidenzia una persistenza di litologie più fini (sabbie limose con ghiaia) fino a 3,3 m e, in parte, fino ad oltre 4 m.

Con questi dati sono state costruite due sezioni idrogeologiche, estremamente approssimative, poiché prive di una stratigrafia di controllo ricavata da sondaggio meccanico, come di solito avviene.

La sezione A passa per i piezometri 1, 3 e 4, la sezione B dal punto 1 passa lungo il Fontanile fino al piezometro 4.

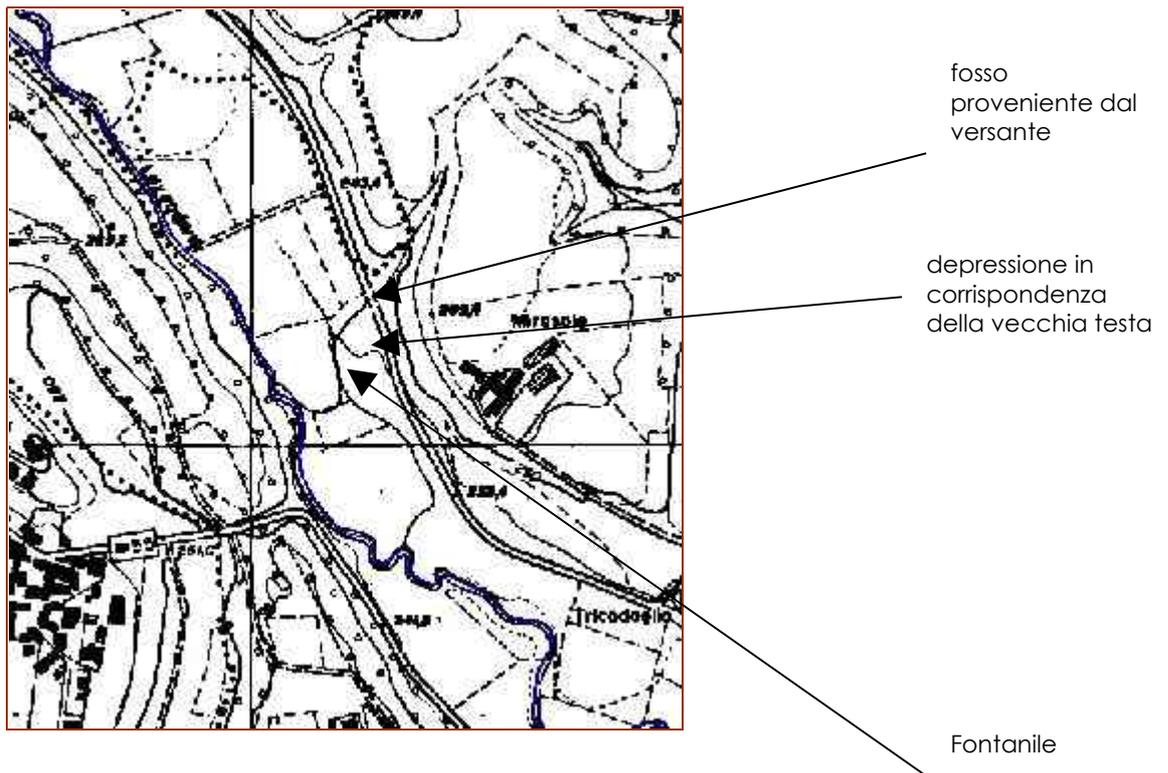


Le differenze che segnano i caratteri litologici e granulometrici della prova n.3 trovano riscontro anche nell'andamento della superficie piezometrica rappresentata nelle sezioni A e B (si veda più avanti)

Il livello freatico medio al punto 3 risulta infatti più basso del livello della falda rappresentato dalla superficie idrica del Fontanile. Mentre nella sez.B la falda comincia ad approfondirsi dopo l'inizio del canale emissario, nella sezione A l'approfondimento avviene subito prima di p.3, mentre nel tratto tra p.3 e p.4 la pendenza della falda è ridotta.

Tutto ciò potrebbe significare che il Fontanile riceve uno scarso apporto dalla zona del piezometro 3, che anzi potrebbe essere alimentato dal Fontanile. Dunque si può ipotizzare, visto anche quanto detto a proposito del tipo di risposta alle piogge dei diversi piezometri, che la preesistente testa est del Fontanile faccia ancora sentire il suo effetto con una linea drenante parallela a quella del copofonte esistente.

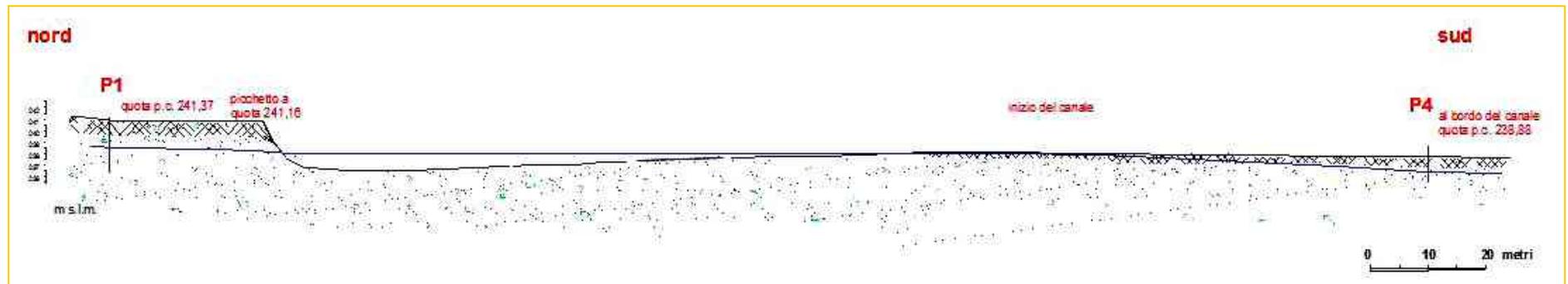
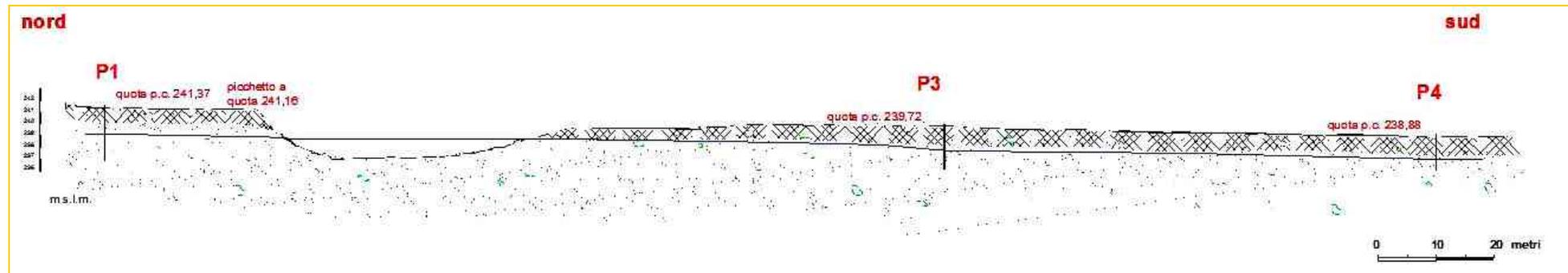
Del resto se si osserva lo stralcio della CTR relativo alla zona del Fontanile e la precedente figura relativa alla Carta idrogeologica di Lomagna, si vede come sia segnalata una inflessione delle isoipse a fianco (est) della depressione del Fontanile attivo e come ad essa corrisponda il prolungamento di una piccola incisione del versante ovest del terrazzo di Mirasole che ancora oggi, anche se non è più collegato al Fontanile, produce occasionale flusso idrico con possibile allagamento della strada.





stato attuale
della vecchia testa
est del Fontanile

sezione A



sezione B

La portata utile del fontanile

Prova di pompaggio

Al fine di fornire un dato reale della portata della falda in entrata nella testa del Fontanile è stata eseguita alla fine dell'estate una prova di portata tramite pompaggio a portata nota.

La prova, eseguita il giorno 1 settembre 2006, prevedeva l'abbassamento forzato del livello dell'acqua nel Fontanile e la lettura delle variazioni dello stesso livello in corrispondenza di portate di prelievo note. Gli innalzamenti e gli abbassamenti del pelo libero dell'acqua, infatti, sono dovuti a prelievi rispettivamente inferiori (innalzamento) o superiori (abbassamento) rispetto alla portata di alimentazione del fontanile.

La prova si è protratta per circa 6 ore (più due per l'approntamento del sito e dell'attrezzatura), ed è stata eseguita con l'ausilio delle attrezzature e dei volontari della Protezione Civile di Imbersago.

Il prelievo di acqua è stato effettuato tramite due pompe della portata di circa 1000 l/m ciascuna.

Tali pompe sono state fatte funzionare contemporaneamente per circa 2 ore, con il solo fine di abbassare in modo netto il livello dell'acqua e permettere le letture di

oscillazioni positive e negative dello stesso in funzione di una modulazione dell'emungimento su portate via via più modeste.



Tale modulazione è stata ottenuta utilizzando una sola pompa, riducendone la portata con interventi sulla potenza.



L'acqua prelevata dal Fontanile è stata scaricata nel Torrente Lavandaia utilizzando un canale di colatura posto a monte della testa del fontanile. Il canale, probabilmente inutilizzato nel 2006, risultava invaso dalla

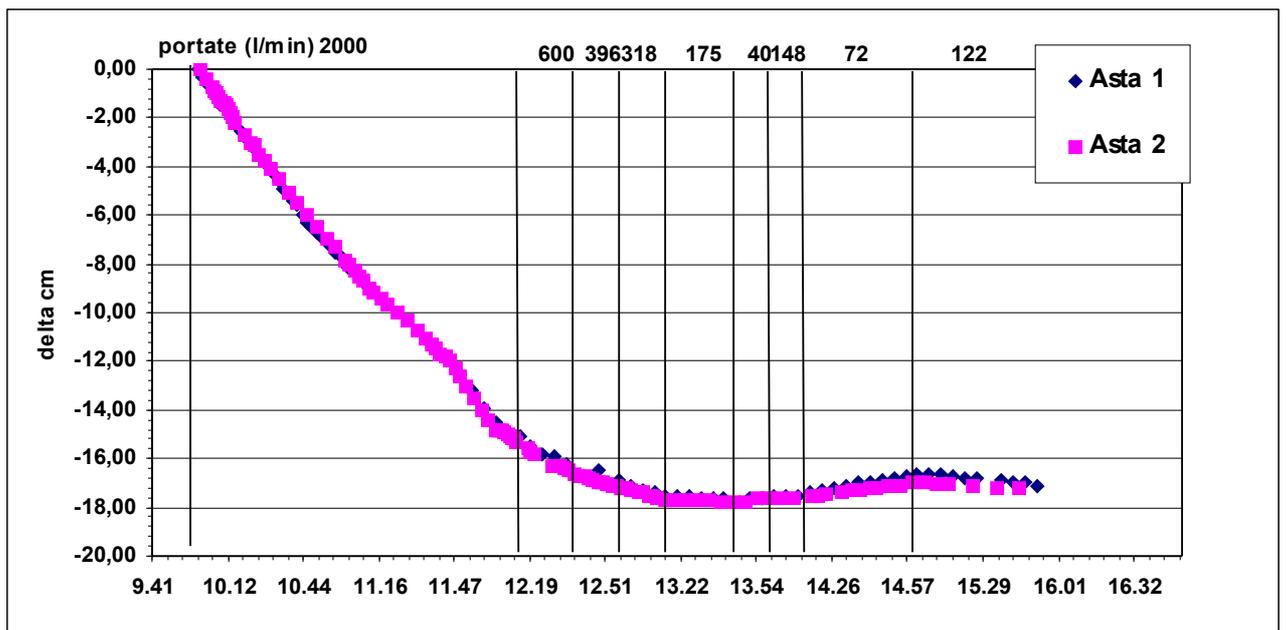
vegetazione ed è stato necessario provvedere alla sua pulizia prima dell'inizio della prova.



Considerando la scarsa precisione nella valutazione delle diverse portate prelevate dalla pompa, è stato messo a punto un sistema di misura della stessa, utilizzando contenitori di volume noto (300 l) e cronometrando il tempo di riempimento.



Ogni valore di portata successivo ad una variazione è stato applicato per un tempo minimo (almeno 20-30 minuti) di assestamento, durante il quale sono state eseguite le misure sulle aste idrometriche. Si è giunti ad individuare un range di portata entro il quale si passa da letture in innalzamento a letture in abbassamento, cioè con il quale il livello idrico nel Fontanile risulta sostanzialmente stabile. Ciò significa che la portata idrica estratta è pari a quella di alimentazione da parte della falda. Tale range è compreso tra 72 e 122 l/m, la cui media che corrisponde a circa 1,4-1,5 l/s.



In Allegato vengono riportati i tabulati relativi alle misure sulle aste.

4. ELABORAZIONI E VALUTAZIONI

Portata limite

I dati ottenuti dalle misure effettuate sulla falda nel periodo giugno-novembre e dalla prova di portata di alimentazione del Fontanile dei primi di settembre permettono di affermare che le oscillazioni freatiche nella zona circostante la testa risultano essere state dell'ordine di una decina di centimetri. Esse sono correlate con la distribuzione delle precipitazioni, che nel semestre giugno-novembre 2006 sono state, sulla base peraltro di correlazioni ipotetiche, non superiori a 500 mm, cioè inferiori del 40% alle medie precedenti all'anno 2000.

La prova effettuata all'inizio di settembre individua una portata di falda di circa 1,5 l/s, che è stata stimata essere la portata minima della falda alimentante il fontanile, in quanto misurata al termine della stagione estiva. Considerato anche il carattere abbastanza secco dell'annata climatica (almeno alla fine di novembre) e nonostante la tendenza climatica attuale alla riduzione delle precipitazioni, si può ritenere che la portata stimata sia effettivamente ancora disponibile anche negli anni meno favorevoli.

Perdite per infiltrazione

Al fine di valutare le modalità di deflusso dell'acqua nel canale di scarico del Fontanile e le portate necessarie alla sua riattivazione, lo schema relativo al sistema idraulico di trasferimento dell'acqua è stato semplificato e analizzato attraverso un semplice modello di calcolo. I risultati, sebbene impostati su intervalli di valori abbastanza ampi e su dati ipotetici, forniscono informazioni importanti sulla entità del deflusso prevedibile e di conseguenza permettono di verificare l'influenza di altri parametri di progetto sul sistema idrico.

Ipotizzando, per le considerazioni precedentemente esposte, che 1.5 l/s sia la portata minima di alimentazione del Fontanile, e che questa quantità sia generalmente disponibile al termine della stagione asciutta, fatte salve le situazioni di carattere eccezionale, sono state calcolate le perdite per infiltrazione nel canale in uscita dal Fontanile.

In particolare sono stati utilizzati i seguenti parametri di progetto:

Q in uscita	1.5 l/s
Larghezza di base del canale	0,7 m
Lunghezza del canale	300 m
Altezza del battente	0.1 m
Pendenza del canale	0.3%

La permeabilità del terreno è stata ipotizzata in accordo con i dati contenuti nello studio geologico e verificata sulla base di misure sperimentali realizzate su tipologie di suolo e di depositi analoghi a quelli presenti nell'area.

L'intervallo dei valori di conducibilità idraulica individuato si attesta attorno a 10^{-3} cm/s, ma potrebbe presentare localmente valori compresi tra 10^{-3} e 10^{-4} cm/s. S'intende che si tratta di valori di conducibilità satura e dunque nelle fasi iniziali di attivazione del canale e dopo le operazioni di scavo e pulizia, l'infiltrazione può essere decisamente maggiore.

Utilizzando tali dati si ottiene che per conducibilità idraulica di 10^{-3} cm/s e senza considerare le perdite per evapotraspirazione, la portata in entrata nel canale si esaurisce nei primi 200 m del percorso, mentre sarebbe sufficiente abbassare la conducibilità idraulica del fondo a valori dell'ordine di 10^{-4} cm/s per permettere il deflusso dell'85% della portata in entrata per tutto il percorso previsto.

Mantenendo la conducibilità idraulica del fondo del canale su valori dell'ordine di 10^{-3} cm/s, sarebbero necessari almeno 2.5 l/s per garantire il deflusso (a meno di perdite per evapotraspirazione) lungo tutti i 300 m di canale; tale condizione è presumibilmente verificata durante la primavera o dopo periodi di prolungate precipitazioni.

In allegato vengono proposti i risultati ottenuti variando i parametri di progetto. La geometria del canale (inclinazione delle sponde e, entro certi limiti, larghezza della base), pur influenzando sul calcolo, non comporta variazioni sensibili nella percentuale di acqua persa per infiltrazione.

5. CONCLUSIONI

La ricerca realizzata ha dimostrato che, in condizioni climatiche e stagionali non favorevoli, la portata della falda affluente al Fontanile è molto ridotta e non in grado di alimentare un deflusso consistente e su lunghe distanze.

Tuttavia, considerato il volume d'acqua presente nel Fontanile, tale portata (1,5 l/s) è in grado di compiere un intero ciclo di ricambio in un tempo probabilmente inferiore a 5 giorni.

Il livello della soglia di deflusso allo sbocco della zona di testa appare vincolato dalle quote dell'asta, a sua volta legate ad alcune soglie non modificabili. In queste condizioni e con una pendenza dell'asta in uscita molto ridotta (0,3%), l'acqua che può defluire dal Fontanile potrà superare la quantità minima misurata solo in occasione di maggiori portate della falda e crescita dei livelli idrici dello specchio d'acqua.

Nel caso di annate eccezionalmente secche non è affatto escluso che l'attuale livello non sia raggiunto e dunque non si verifichi deflusso a valle.

La portata della falda nel Fontanile potrebbe tuttavia essere leggermente aumentata dalle operazioni di pulizia dello stesso e, in Particolare, dalla installazione o ripristino della funzionalità di eventuali tine, che hanno la funzione di favorire nel punto di installazione la risalita dell'acqua e la portata.

Sono anche state considerate altre soluzioni per l'incremento della portata di falda in entrata nel Fontanile. Tra queste, si è considerata la possibile esistenza di una linea di deflusso preferenziale affiancata al Fontanile e corrispondente alla testa est e alla sua asta. Un eventuale scavo di questa testa, oltre che oneroso, produrrebbe tuttavia un incremento del drenaggio esterno. Eventuale acqua aggiuntiva andrebbe dunque prelevata al di fuori del contorno del Fontanile o meglio da acque superficiali, producendo, però, in questo caso, un effetto ravvenamento artificiale della falda.

Riguardo al deflusso lungo il canale a valle si può considerare che le perdite per infiltrazione lungo lo stesso potrebbero essere ridotte con l'utilizzo di materiali a matrice fine o con la forte costipazione di quelli esistenti, con ciò, tuttavia, complicando un po' l'esecuzione dei successivi interventi di manutenzione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

P.Lanfranconi, M.Penati, (2001) *Studio geologico a supporto del Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R.41/1997*, Comune di Lomagna, rapporto di lavoro

M. Ceriani e M. Carelli, (2000) *Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpino lombardo (1891 - 1990)*, Regione Lombardia, Struttura Rischi idrogeologici e sismici

A.Bertacchini, S.Pelle (1999) *I suoli della Brianza Comasca e Lecchese*, ERSAF

V.Francani, G.M.Zuppi (a cura di) (1985) *Studi idrogeologici sulla Pianura Padana*, Milano

AA.VV (1973) *Depauperamento delle risorse idriche sotterranee nel Comprensorio della Brianza a nord del Canale Villoresi*, CAP – Milano

F.Cestari (a cura di) (1996) *Prove geotecniche in sito* Ed.Geo-Graph snc

C. Costantinidis (1981) *Bonifica ed irrigazione. Ed agricole*

ALLEGATI