

**STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE**

Dott. Geol. LAURA ZILIANI  
Dott. ROSAGRAZIA ZILIANI  
25123 BRESCIA - Viale Rebuffone, 11  
Tel. e Fax 030/3771189

•  
*Indagini geologiche e geotecniche*  
*Ricerche idrogeologiche*  
*Pianificazione ecologica territoriale*  
*Problemi di geologia ambientale*  
*Indagini sulla vegetazione*

**COMUNE DI SAN ZENO NAVIGLIO**  
**(Provincia di Brescia)**

**PIANO REGOLATORE GENERALE.**

**STUDIO GEOLOGICO**  
**DEL TERRITORIO COMUNALE**

**RELAZIONE**

## INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
3. IDROGRAFIA.....	4
3.1. IL NAVIGLIO .....	5
3.2. I FONTANILI.....	7
4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	10
4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
4.2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO COMUNALE.....	12
4.3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	13
5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	15
6. IDROGEOLOGIA .....	17
6.1. METODOLOGIA DI INDAGINE.....	17
6.2. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....	17
6.2.1 La struttura idrogeologica.....	17
6.2.2 Descrizione delle sezioni idrogeologiche.....	19
6.3. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO PUBBLICO E PRIVATO.....	20
6.4. PIEZOMETRIA .....	22
6.5. ZONE DI RISPETTO RELATIVE AI POZZI COMUNALI (D.P.R. 236/88) .....	23
6.6. QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	25
6.7. VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE ALL'INQUINAMENTO .....	26
6.7.1 I parametri considerati per la valutazione della vulnerabilita' .....	26
6.7.2 Metodologia utilizzata .....	28
6.7.3 Valutazione della vulnerabilita' .....	30
7. CARTA DI SINTESI .....	33
8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	34
9. CONCLUSIONI .....	38

## **1. PREMESSA**

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di S. Zeno Naviglio è stato eseguito uno studio geologico del territorio comunale, al fine di fornire un supporto alla stesura del P.R.G..

Coerentemente con quanto previsto dal D.M. LL.PP. 11.03.88 sono state analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio comunale, al fine di valutare la compatibilità tra tali caratteristiche e le previsioni dello strumento urbanistico.

Si è inoltre tenuto conto dei "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale" (Deliberazione della giunta regionale del 18 maggio 1993 - n. 5/36147).

Lo studio si è avvalso degli studi e del materiale cartografico disponibili relativamente alla zona in esame per le problematiche geologiche, integrati da rilievi di campagna e dall'osservazione delle fotografie aeree.

I dati così raccolti hanno portato alla redazione della CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO (TAV.1), prodotta in scala 1:10.000.

E' stato effettuato un censimento dei fontanili presenti nel territorio comunale, per ognuno dei quali è stata predisposta una scheda descrittiva.

E' stata quindi raccolta la documentazione relativa ai pozzi per acqua pubblici e privati presenti nel territorio comunale ed in quello ad esso limitrofo.

Utilizzando tale materiale sono state allestite tre sezioni idrogeologiche illustranti l'andamento spaziale dei depositi nel sottosuolo della porzione di territorio studiata.

E' stata inoltre effettuata una campagna di misura del livello piezometrico della falda acquifera nei pozzi comunali ed in alcuni pozzi privati nel periodo marzo 1995, al fine di ricostruire l'andamento della superficie freatica e la relativa cadente.

I dati di tipo idrogeologico e idrografico sono riportati sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO, realizzata in scala 1:10.000 (TAV.2).

Per definire lo stato qualitativo delle acque di falda sono stati esaminati i dati analitici dei pozzi comunali relativi al periodo 1990-1993, messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico.

Dalla valutazione incrociata dei risultati emersi dallo studio geologico, geomorfologico e idrogeologico sono state prodotte la CARTA DI SINTESI (TAV.3) e la CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAV.4) entrambe in scala 1:5.000. La prima fornisce un quadro sintetico dei problemi di tipo geologico presenti sul territorio, mentre nella seconda vengono indicate eventuali limitazioni di tipo geologico alla fattibilità degli interventi.

Si allegano:

- TAV.1: CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO - SCALA 1:10.000
- TAV.2: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO - SCALA 1: 10.000
- TAV.3: CARTA DI SINTESI- SCALA 1:5.000
- TAV.4: CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO - SCALA 1:5.000

## **2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.**

Il comune di S. Zeno Naviglio è inserito nel settore medio-alto della pianura bresciana ed occupa una superficie di 6,11 kmq.

I comuni confinanti, partendo da nord e procedendo in senso orario, sono: Brescia, Borgosatollo, Poncarale e Flero.

Il territorio presenta una morfologia pianeggiante con quote altimetriche regolarmente digradanti da nord, dove l'altezza massima di circa 115 metri sul livello del mare si registra ai piedi del cavalcavia che attraversa l'autostrada A4, a sud, dove abbiamo quote attorno ai 98 m s.l.m. nella zona sottostante alla località Aspes.

Il comune è attraversato in senso longitudinale da alcune importanti vie di comunicazione. A partire da ovest, troviamo infatti la linea ferroviaria Cremona-Brescia, che proprio all'altezza dell'abitato di S. Zeno si dirama dando origine alla linea Parma-Brescia. Abbiamo poi la Strada Statale 45 bis-Gardesana Occidentale, che taglia a metà il centro abitato e, per finire, l'autostrada A21-Torino-Brescia-Piacenza.

### **3. IDROGRAFIA.**

La rete idrografica, rappresentata nella CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV.2), è caratterizzata dalla presenza del Naviglio di S. Zeno e da un reticolo piuttosto sviluppato di seriole e canali irrigui tra cui, verso est, la Seriola Molinera, che coincide per un buon tratto con il confine comunale e che è alimentata dalle ultime acque del Naviglio Grande Bresciano.

Ad ovest è presente la Seriola Garza che attraversa località Aspes proveniente da Folzano e che riceve le acque di alcuni fontanili ancora attivi localizzati nella parte meridionale del territorio comunale.

Tutti i corsi d'acqua principali hanno un andamento nord-sud, tranne nel settore più orientale dove la direzione prevalente è da nord-est a sud-ovest.

Va segnalato lo stato di grave degrado delle acque di alcuni dei canali che attraversano il territorio comunale. In particolare esso è evidente per il torrente Biocco e per il canale che si diparte da esso, in sponda destra, nella zona a nord-est di Caselle.

Altra situazione di degrado riguarda il canale che borda verso est l'abitato dell'Aspes, scendendo verso sud con direzione parallela a quella della attigua seriola Garza. Anche quest'ultima, nel tratto a nord della citata località Aspes, presenta seri problemi dovuti al pessimo stato delle acque.

Sulla TAV.2 e sulla TAV.3 (Carta di sintesi) sono indicati i tratti di corso d'acqua caratterizzati da un elevato degrado delle acque.

Sono pure cartografati i tratti di corso d'acqua che presentano un interesse naturalistico. Sono stati così considerati la maggior parte dei fontanili (descritti nel par.3.2) ed i tratti della rete idrografica caratterizzati dalla presenza di vegetazione arborea e arbustiva e/o di vasi irrigui affiancati.

Non sono state segnalate aree soggette ad allagamenti per esondazione dei canali sopracitati: l'unica eccezione riguarda un'area con estensione pari a circa 6000 metri quadrati in località Caselle, adiacente a via XXV Aprile. L'ubicazione dell'area è riportata nella Carta di sintesi (TAV.3) ed in quella della fattibilità geologica per le azioni di piano (TAV.4), redatte in scala 1:5.000.

In questa zona i problemi sono nati a seguito dell'intubazione del torrente Biocco messa in opera qualche anno fa, circa 200 metri più a

valle, per permettere la costruzione di un nuovo complesso residenziale. Ciò ha portato ad una inevitabile restrizione dell'alveo con diminuzione della portata. La situazione é stata aggravata anche dalla costruzione della strada che prosegue oltre via XXV Aprile ed ha interrotto il collegamento tra il torrente Biocco ed il canale che borda detta strada verso destra, impedendo il defluire di eventuali piene.

Negli ultimi anni piogge anche non eccezionali hanno determinato esondazioni in un tratto di via XXV Aprile che risulta essere leggermente ribassato rispetto alle zone circostanti. Ciò ha creato notevoli disagi, in particolare ad un' abitazione che si trova proprio al centro della zona ribassata e che, in occasione di questi eventi di piena, viene allagata. L'acqua raggiunge in taluni casi anche i 50-60 centimetri di altezza rispetto al livello della strada e la situazione di disagio é aggravata dalla grande quantità di materiali di scarto e sostanze inquinanti trasportate da queste acque.

### **3.1. IL NAVIGLIO.**

Una particolare importanza per tutto il settore centro-orientale della pianura bresciana è rivestita dal Naviglio che, proprio all'ingresso nel territorio del comune di S. Zeno, proveniente da Borgosatollo, cambia la sua denominazione da "Naviglio Grande Bresciano" a "Naviglio inferiore" o "Naviglio di S. Zeno". Questa suddivisione venne accettata dall'Università del Naviglio nel 1846 e portò, il giorno 1 luglio 1866, alla posa di un cippo, ubicato poco ad est di C.na Fuserino, che sanciva la suddivisione tra le due entità fluviali.

Questo cippo è tuttora visibile nei pressi del ponte con il quale la strada campestre che costeggia la Seriola Molinera attraversa il Naviglio stesso.

La distinzione non ha soltanto valore formale poiché le acque irrigue del Naviglio Grande cessano a monte di questo cippo, immettendosi nella citata Seriola Molinera, mentre il Naviglio inferiore viene alimentato, nel primo tratto, dall'acqua delle risorgive presenti in questa zona che ora non sono più molto evidenti e mostrano portate molto basse. Esse sono comunque ancora attive, nei periodi in cui il livello piezometrico della falda freatica è più elevato, soprattutto nel tratto compreso tra il punto in cui il corso d'acqua sottopassa l'autostrada A4 e la curva che esso

compie 100 metri circa più ad est, dove l'alveo mostra un dislivello di un paio di metri da monte a valle. In questa zona il Naviglio scorre incassato a circa 4.5 metri dal piano campagna e sono ancora visibili, a sostegno delle sponde, resti di antichi manufatti in legno tipici delle zone di risorgiva.

Il Naviglio viene già citato in atti del 1253, stipulati dal Comune di Brescia e sembra certo che la sua creazione possa essere fatta risalire all'opera dei frati benedettini del Monastero di S. Pietro in Monte Orsino di Serle, in un periodo compreso tra l' VIII e il IX secolo.

Già nel 1288 il vescovo di Brescia Berardo Maggi provvedeva ad un'opera radicale di risistemazione del corso del canale per permettere un migliore servizio di irrigazione della pianura bresciana centro-orientale. Nei primi anni del 1400 compare per la prima volta negli atti la presenza dell'Università del Naviglio, entità creata con lo scopo di gestire l'uso del canale e di dirimere le frequenti controversie che nascevano proprio su questioni riguardanti l'utilizzo delle sue risorse idriche.

Il Naviglio trae le proprie acque dal fiume Chiese nei pressi di Gavardo e le questioni sull'entità di queste derivazioni, ora arrivate a circa 12 mc/s nei periodi estivi, hanno sempre innescato forti contrasti con i comuni che utilizzavano per scopi irrigui le acque del fiume Chiese a valle di Gavardo.

Attualmente l'Università del Naviglio ha assunto la natura giuridica di Consorzio di bonifica, a termini del Decreto nr. 215 del 13.3.1933 sulla bonifica integrale.

Nel corso dei secoli vari progetti si sono succeduti alla ricerca di un migliore e più intensivo sfruttamento delle acque di questo canale. Quasi tutti gli studiosi sono d'accordo nell'asserire che il Naviglio venne scavato per destinarlo alla navigazione, cosa che sarebbe dimostrata in primis dal nome, ma nel corso dei secoli esso servì soprattutto alla fluitazione del legname e all'irrigazione.

Nel 1673 venne presentato un progetto che intendeva rendere navigabile tutto il corso del Naviglio e realizzare il collegamento tra questo corso d'acqua ed il Mella, attraverso i territori di Bagnolo, Porzano, Leno e Milzanello. Il progetto, accolto con molto favore, fu seguito da una serie di lavori che, però, non videro mai la conclusione.

### **3.2. I FONTANILI.**

Le risorgive sono una manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. Esse delineano una fascia che attraversa tutta la pianura bresciana in senso trasversale, risalendo verso nord in corrispondenza del Fiume Mella.

La genesi delle risorgive è collegata al passaggio dai depositi prevalentemente ghiaiosi che costituiscono l'alta pianura ai sedimenti ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni limose e argillose che caratterizzano la media pianura. Tale variazione nella permeabilità dell'acquifero porta la falda freatica ad avvicinarsi alla superficie del suolo, dando origine in depressioni naturali o in cavità artificiali, all'emergenza delle risorgive.

I fontanili sono ambienti artificiali costituiti da una testa che può avere varie forme e che generalmente è formata da un ampio scavo profondo anche 3-4 m rispetto al piano campagna. Essa delimita una zona ove sono infissi tubi che possono spingersi nel sottosuolo in genere per 4-6 m, catturando filetti idrici più profondi e caratterizzati da un carico idraulico maggiore, e facilitando così la risalita dell'acqua. Quest'ultima viene incanalata e convogliata in canali, dette aste del fontanile, con direzione prevalentemente nord-sud.

I fontanili sono caratterizzati da portate costanti e generalmente abbastanza elevate; nel corso degli ultimi anni si è assistito in molte zone ad una migrazione verso sud dei punti di emergenza delle acque e ad una diminuzione significativa delle portate che in molti casi hanno assunto un andamento stagionale, con dei massimi in corrispondenza dei periodi con piovosità più elevata o di irrigazione intensiva.

La causa va ricercata nell'abbassamento subito dalla falda acquifera superficiale conseguente al forte aumento nell'entità degli emungimenti effettuati dai pozzi.

I fontanili hanno sempre rappresentato una importante fonte di approvvigionamento di acque utilizzate a scopo agricolo. Solo negli ultimi anni, in conseguenza della già ricordata diminuzione di produttività delle stesse e della capillare distribuzione di acque provenienti da pozzi appositamente perforati, assicurata dai Consorzi irrigui, essi sono stati in parte abbandonati.

Continuano, tuttavia, a rivestire un notevole interesse dal punto di vista storico, paesaggistico e naturalistico, in quanto la costanza delle

condizioni chimiche e fisiche delle acque assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali caratteristiche. Per questi motivi si ritiene importante che vengano attivate iniziative tese alla loro salvaguardia e valorizzazione.

Poiché si tratta di ambienti di origine artificiale, per evitare il naturale processo di interrimento, sono necessari periodici interventi di manutenzione che comportano la parziale asportazione della vegetazione acquatica e lo spurgo dei fondali.

Nel corso dei sopralluoghi effettuati per la stesura del presente lavoro sono stati localizzati dieci fontanili attivi, concentrati nella fascia compresa tra l'estremo margine sud del territorio comunale e l'Azienda Agricola Naviglio, al margine sud-est del centro abitato di S. Zeno. Essi sono tutti compresi tra l'isoipsa di quota 109 e l'isoipsa di quota 98 m s.l.m..

Tutti mostravano portate significative nel periodo in cui sono stati descritti (febbraio-marzo 1995).

Non sono stati considerati attivi i fontanili del Naviglio di S. Zeno (precedentemente citato) poiché mostrano portate molto esigue ed erano già inattivi alla fine del periodo di osservazione (prima decade di aprile) in conseguenza della scarsità di piogge che ha caratterizzato quel particolare lasso di tempo, e quello di C.na Venezia, inattivo nel periodo in cui è stata svolta l'indagine (fotografia 7).

Alcuni si presentano in stato di abbandono e la vegetazione acquatica, che occupa quasi per intero l'alveo dei canali, tende ad ostruire le poche bocche di fuoriuscita dell'acqua ancora attive (fotografia 2).

Molto particolare è la situazione dei due fontanili posti all'interno dell'area di proprietà della società Ferdofin Acciaierie Bresciane; essi sono stati salvaguardati durante l'edificazione delle strutture industriali circostanti e sono soggetti ad un'opera saltuaria di manutenzione, ma sono minacciati dalla presenza, nella zona adiacente alle loro sponde, di grosse quantità di materiali ferrosi accumulati come scarti di produzione. Il fontanile numero 10 evidenzia la presenza, all'interno della parte destra della testa, dello scarico di una fognatura proveniente dalla zona industriale S. Zeno 2, posta poco più a monte, che genera un forte inquinamento delle acque presenti nella testa stessa. Si ritiene urgente porre rimedio a questa situazione poiché le acque presenti nel fontanile sono in collegamento diretto con la falda superficiale.

Molto ben curati sono invece il fontanile della Seriola Garza che prende origine subito a sud dell'abitato dell'Aspes e si estende per una lunghezza di quasi 600 metri (fotografia 3 e n.3 nelle TAVV. 1 e 2), il fontanile di C.na dell'Ora (fotografia 4 e n.4 nelle TAVV. 1 e 2) e quelli che l'Allevamento Naviglio ha al suo interno (fotografie 5 e 6), che sono stati dotati di sponde artificiali in vista di un possibile utilizzo per un allevamento ittico.

Alla fine di questo capitolo vengono presentate le schede che sono state utilizzate per il censimento e la descrizione dei fontanili attivi presenti sul territorio comunale; in esse sono evidenziate le caratteristiche principali geografiche e morfologiche, con alcune considerazioni sullo stato dei luoghi, riguardanti in particolare l'eventuale presenza di rifiuti e contaminazioni evidenti.

## **4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE**

### **4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.**

Il territorio del comune di S. Zeno Naviglio è posto all'interno dell'ampia area di pianura che costituisce la parte centrale e meridionale della provincia di Brescia.

I depositi quaternari che costituiscono la pianura bresciana sono di tipo fluvioglaciale e fluviale e si sono messi in posto a partire dal Pleistocene, quando tutta l'area settentrionale veniva interessata dagli ultimi eventi glaciali.

Questi depositi poggiano su un basamento costituito dalla successione mesozoica e cenozoica che definisce una superficie che immerge in linea di massima verso sud, con inclinazioni molto elevate nel primo tratto e via via decrescenti con l'aumentare della profondità.

Tale superficie presenta locali irregolarità che condizionano sensibilmente la struttura geologica e idrogeologica sovrastante. Ci si riferisce in particolare alla dorsale sepolta che attraversa la pianura con direzione SW-NE da Orzinuovi a Mazzano e che determina l'emergenza dei rilievi di Pievedizio, Monte Netto, Castenedolo e Ciliverghe.

A partire dalla zona collinare e dalle cerchie moreniche del Lago d'Iseo e di Garda si distinguono tre settori : alta, media e bassa pianura, diversi per caratteristiche litologiche, idrogeologiche, pedologiche e morfologiche.

L'alta pianura raggiunge il suo maggiore sviluppo, in senso nord-sud, in corrispondenza degli apparati morenici sebino e benacense, mentre si riduce in modo notevole in corrispondenza dello sbocco della Valtrompia, dove i depositi fluvioglaciali lasciano il posto ai materiali tipici del conoide del fiume Mella.

L'alta pianura è caratterizzata da depositi fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, talora anche molto grossolani, fortemente permeabili e con suoli bruno-rossastri generalmente sottili. Detti depositi, tipici della pianura a monte della zona delle risorgive, si raccordano con le cerchie più alte degli apparati morenici e per questo vengono attribuiti al würmiano. Essi passano gradualmente a depositi sabbioso-limosi in corrispondenza della fascia più vicina al fiume Mella, dove anche i suoli raggiungono maggiori profondità.

La fascia delle risorgive sopracitata in questo settore non presenta un andamento regolare come in altre zone della pianura per la sovrapposizione tra i depositi tipici della pianura e i materiali caratteristici della fascia interessata dall'azione svolta in passato dal fiume Mella.

Generalmente essa si presenta come zona di separazione definita dall'allineamento dei fontanili, che in alcuni settori sono tuttora presenti in numero considerevole, ed attraversa tutta la pianura in senso trasversale con delle variazioni di direzione anche notevoli in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, dove essa tende ad incunearsi verso nord.

Nel comune di S. Zeno i fontanili sono presenti nella zona compresa tra l'Allevamento Naviglio a nord-est e l'estremo margine sud del confine comunale, nei pressi di località Aspes.

La genesi delle risorgive è da collegarsi alla diminuzione della granulometria dei depositi che si verifica al passaggio tra l'alta e la media pianura ed al calo di pendenza della superficie topografica che insieme determinano l'avvicinamento della falda alla superficie topografica.

E' tuttora in discussione, invece, il significato stratigrafico di questa linea; secondo alcuni autori, infatti, il passaggio tra l'alta e la media pianura sarebbe testimoniato anche da una diversa età e quindi da una diversa fase deposizionale dei materiali che caratterizzano le due zone. Secondo altri autori, tra cui i redattori della "Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello", dell'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia, il passaggio sarebbe solamente una variazione nelle caratteristiche dei materiali appartenenti ad una stessa fase deposizionale, attribuibile al Würm.

I depositi tipici della media pianura, a sud della fascia dei fontanili, sono formati da alluvioni prevalentemente ghiaioso-sabbiose, sabbiose e limose, che definiscono il livello fondamentale della pianura. Sopra di esse troviamo una copertura pedologica bruna, di spessore variabile. Generalmente la granulometria di questi depositi è molto eterogenea in conseguenza dell'azione delle acque superficiali che nel corso delle ultime migliaia di anni hanno divagato in questo settore di pianura, rielaborando i materiali precedentemente depositati.

Sono inoltre presenti zone caratterizzate da materiali più fini, depositatisi in aree leggermente ribassate, che frequentemente sono state occupate da paludi anche fino agli inizi di questo secolo, quando le acque

provenienti da nord e quelle di risorgiva non erano state ancora regimentate.

Più a sud la bassa pianura si distingue per un'ulteriore diminuzione nella granulometria dei depositi, che diventano sabbiosi e limoso-argillosi. Limitate frazioni ghiaiose possono essere presenti solo nelle immediate vicinanze dell'alveo dei corsi d'acqua principali.

#### **4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO COMUNALE.**

L'analisi comparata delle caratteristiche sedimentologiche, idrogeologiche e morfologiche dei depositi che costituiscono la pianura di S. Zeno Naviglio, così come risultano dalle stratigrafie dei pozzi ubicati nel comune stesso ed in quelli limitrofi, dai rilievi di superficie e dalla fotointerpretazione, permette di suddividere il territorio in due zone omogenee.

La prima occupa il settore nord-est ed è costituita dai tipici **depositi fluvioglaciali** dell'alta pianura precedentemente descritti ed indicati con la sigla "fg" sulla Carta di inquadramento geologico e geomorfologico (TAV.1).

Le stratigrafie dei pozzi perforati in questa zona evidenziano una prima unità costituita da ghiaie, spesso grossolane in scarsa matrice sabbiosa, limosa o argillosa, con lenti di argilla poco frequenti e generalmente di scarso spessore. I suoli su questi depositi sono prevalentemente sottili, raggiungendo in rari casi un metro di profondità e l'analisi superficiale evidenzia la presenza significativa di ciottoli ed elementi ghiaiosi.

L'unità ghiaiosa ha spessori attorno ai 40-50 metri, ma può raggiungere anche i 70 metri in alcune zone.

Questi depositi poggiano su un'unità conglomeratica costituita da conglomerati, sabbie, arenarie e ghiaie con scarse intercalazioni argillose che nella fascia di pianura più vicina ai rilievi è ancora ben rappresentata, mentre tende a scomparire proseguendo verso sud.

A partire da profondità variabili tra i 40 ed i 75 metri si rinviene l'unità Villafranchiana che risulta costituita da depositi continentali e marini, prevalentemente coesivi, rappresentati da limi sabbiosi, limi e argille con intercalazioni di sabbie e ghiaie che possono avere anche una notevole estensione, pur presentando spessori limitati.

La seconda zona in cui è suddiviso il territorio comunale si differenzia dalla prima per la presenza di **depositi fluviali e fluvioglaciali** ("fg<sup>w</sup>"), caratterizzati da una maggiore varietà granulometrica.

Le ghiaie, che continuano a rappresentare la classe granulometrica prevalente, sono frequentemente immerse in matrice limoso-argillosa o sabbiosa anche abbondante; gli orizzonti coesivi, pur mantenendo spessori tra uno e due metri, si rinvergono con frequenza maggiore. Questo è il risultato dell'azione di rielaborazione svolta in passato dalle acque del fiume Mella che, proveniente dalla Val Trompia, attraversava la parte superiore della pianura lambendo verso est il M.te Netto.

#### **4.3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.**

L'analisi bibliografica dei dati geotecnici riguardanti il territorio del comune di S. Zeno Naviglio non ha permesso di ottenere una quantità di informazioni sufficiente per provvedere ad una caratterizzazione, sia pure di massima, dei terreni presenti nei primi metri sottostanti al piano campagna.

Nel 1992 è stata effettuata dalla scrivente un'indagine geotecnica in un'area a nord-ovest dell'abitato di S. Zeno, ove sono ora in costruzione delle palazzine da adibire ad uso abitativo. Mediante la realizzazione di tre prove penetrometriche dinamiche è stato possibile individuare un primo orizzonte formato da terreno vegetale e da materiali prevalentemente poco addensati sotto il quale è presente un livello costituito da materiali misti (sabbie e ghiaie), mediamente addensato che passa, all'incirca verso i 7.50 metri di profondità, a depositi tipicamente ghiaioso-sabbiosi, con buone caratteristiche geotecniche.

Gli spessori elevati dei terreni a granulometria medio-fine che possono possedere caratteristiche geotecniche scadenti sono tipici della fascia distinta nella TAV.1 con il simbolo fg<sup>w</sup>, nella quale peraltro possono essere presenti anche zone con coperture sottili.

Queste ultime sono invece tipiche della zona orientale del territorio comunale (fg in TAV.1), come confermato anche da uno scavo aperto all'interno di C.na S. Bartolomeo, dove i depositi ghiaiosi in matrice sabbioso-limosa sono presenti già a partire da 0.70-0.80 metri dal piano campagna. La stessa situazione è visibile sulla scarpata che delimita l'area dove era situata in passato la cava di ghiaia al confine sud-

orientale del territorio comunale. In generale si può affermare che le caratteristiche geotecniche dei terreni situati nel settore definito con il simbolo fg nella TAV.1 sono prevalentemente buone.

Data l'esiguità dei dati a disposizione si è ritenuto di non realizzare la Carta di prima caratterizzazione geotecnica prevista dalla delibera della Giunta Regionale nr. 5/36147.

Si raccomanda che, su tutto il territorio comunale, gli interventi contemplati dal P.R.G. siano preceduti da adeguate indagini geologiche di dettaglio, come previsto dal D.M. Lavori Pubblici del 11.03.1988.

## **5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.**

La morfologia del territorio comunale di S Zeno Naviglio è in larga parte influenzata dall'azione erosiva svolta in passato dalle acque provenienti da nord, ovvero dalla zona dove è situato il conoide del fiume Mella.

Esse hanno modellato la superficie del terreno, che attualmente si presenta caratterizzato da una serie di ondulazioni, piuttosto blande e non delimitate da scarpate erosive ben visibili, che risultano più evidenti nel settore centrale ed occidentale:

Nella zona orientale troviamo depositi che rappresentano i termini di passaggio tra i materiali fluvioglaciali tipici dell'alta pianura, derivanti dallo smantellamento della cerchia morenica benacense, e quelli fluvioglaciali e fluviali, caratteristici della media pianura in questo settore. Questi depositi sono organizzati in aree leggermente depresse (indicate con la sigla "fg2" sulla CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO - TAV.1), situate in corrispondenza delle linee di deflusso superficiale più recenti, come ad esempio l'asta fluviale del Naviglio di S. Zeno e della Seriola Molinera, oppure in corrispondenza di aree di espansione dei deflussi superficiali, caratterizzate da pendenze bassissime e tendenzialmente idromorfe.

A queste si contrappongono aree poco più rilevate (fg1), generate dall'accumulo di materiali di diversa provenienza, come ad esempio tutta la zona ad est dell'abitato di S.Zeno, compresa tra il tracciato dell'autostrada A4 e la zona depressa che borda il corso del Naviglio.

Nella zona centrale del territorio comunale e verso ovest predominano le forme del paesaggio modellate dalle acque provenienti dal settore settentrionale.

Anche esse sono organizzate in zone nastriformi leggermente depresse (fg<sup>W3</sup>), con andamento prevalentemente N-S, lungo le quali erano presenti in passato o sono tuttora impostate vie preferenziali di scorrimento superficiale (fascia che scende dalla località Caselle e prosegue delimitando il settore nel quale il Naviglio costeggia la S.S. 45 bis).

Ad esse si contrappongono aree di poco rilevate (fg<sup>W1</sup>), pure allungate in senso N-S, con suoli che possono essere anche ben evoluti, principalmente sabbiosi e sabbioso-limosi.

Sono delimitate da aree intermedie (fg<sup>W2</sup>), che sono state ribassate ed erose ad opera delle acque non incanalate provenienti da nord.

Le aree più rilevate e stabili rappresentano una porzione di territorio abbastanza esiguo e limitato al settore settentrionale.

## **6. IDROGEOLOGIA.**

### **6.1.METODOLOGIA DI INDAGINE.**

L'indagine idrogeologica è stata condotta attraverso una prima fase di raccolta dei dati esistenti riguardanti i pozzi pubblici e privati presenti nel territorio del Comune.

Su di essi è stata svolta una campagna di rilevazioni che ha portato alla determinazione della quota della superficie piezometrica nell'area indagata.

Le stratigrafie di questi pozzi e di alcuni altri situati nel territorio dei comuni limitrofi hanno permesso di tracciare delle sezioni idrogeologiche ove è evidenziato l'andamento dei corpi idrici sotterranei. Mediante rilievi di campagna si è provveduto alla individuazione del reticolo idrografico di superficie.

Gli elementi idrogeologici ed il reticolo idrografico sono rappresentati sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV.2), realizzata in scala 1:10.000.

### **6.2. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

#### **6.2.1 La struttura idrogeologica**

Il territorio del comune di S. Zeno Naviglio si inserisce, dal punto di vista idrogeologico, nel vasto bacino padano costituito da sedimenti eterogenei, caratterizzati da frequenti transizioni verticali ed orizzontali, che generano falde libere, artesiane o semiartesiane.

In particolare nella parte medio-alta della Pianura Padana l'acquifero può presentare spessori ragguardevoli ed essere piuttosto produttivo, in considerazione della elevata permeabilità dei depositi che lo costituiscono e dell'efficace ricarica naturale coadiuvata dagli effetti della diffusa rete di irrigazione.

A scala regionale l'acquifero di questa zona è considerato come un "sistema monostrato-multifalde" poggiante su un substrato impermeabile costituito da argille, limi e sabbie del Villafranchiano e dai depositi Pliocenici visibili in affioramento sul margine prealpino. Nel complesso la superficie piezometrica a scala regionale può essere assimilata ad un

piano inclinato, generalmente immergente verso sud con gradiente pari al 2-3 per mille. Questa configurazione presenta locali anomalie in corrispondenza delle aste fluviali principali, di irregolarità dell'andamento del substrato impermeabile e delle zone ad alta urbanizzazione, dove elevati prelievi idrici possono creare coni di depressione della superficie piezometrica anche notevoli.

La maggioranza dei pozzi siti nel territorio del comune di S. Zeno è posta all'interno della zona litologicamente caratterizzata dalla presenza dei depositi più grossolani dell'**unità ghiaioso-sabbiosa** fluvioglaciale, descritta nel capitolo dedicato alle caratteristiche geologiche. Essa presenta buone caratteristiche di produttività, anche se l'assenza di consistenti livelli coesivi determina una scarsa protezione da possibili inquinamenti. Per questo motivo i tratti filtranti dei pozzi per l'approvvigionamento di acqua potabile sono stati posti in profondità, per sfruttare gli effetti depuranti derivanti dalla dispersione degli eventuali inquinanti nei livelli soprastanti.

Nel settore più occidentale, caratterizzato dall'**unità ghiaioso-sabbiosa con livelli argillosi** si sono potute visionare solo le stratigrafie di uno dei pozzi delle acciaierie Ferdofin e di alcuni pozzi situati nei comuni limitrofi, in quanto i pozzi per il prelievo di acqua per il consumo umano, zootecnico o irriguo presenti in località Aspes, sono stati perforati fino a limitate profondità (30 metri da p.c. massimo) e non sono stati corredati dalla documentazione relativa agli orizzonti attraversati dalla perforazione stessa. In questo settore è possibile constatare la presenza di livelli coesivi poco permeabili, con spessori anche considerevoli (fino a 5 metri), a profondità non elevate (15-30 metri da p.c.) ed un generale aumento della frazione fine sabbiosa, limosa ed argillosa all'interno degli strati ghiaiosi della unità più superficiale.

L'unità ghiaioso-sabbiosa e l'unità ghiaioso-sabbiosa con livelli argillosi hanno spessori generalmente variabili da 40-50 metri a 70 metri e poggiano su un'**unità a conglomerati** costituita da conglomerati, sabbie, arenarie e ghiaie con scarse intercalazioni argillose; quest'ultima unità presenta uno spessore notevole nella fascia di pianura più vicina ai rilievi montuosi, mentre tende ad assottigliarsi e poi a scomparire proseguendo verso sud.

L'unità ghiaioso-sabbiosa, l'unità ghiaioso-sabbiosa con livelli argillosi e la sottostante unità a conglomerati sono sede di una falda freatica caratterizzata da buona produttività.

A partire da profondità variabili tra i 40 ed i 75 metri si rinviene l'**unità Villafranchiana** che risulta costituita da depositi continentali e marini, prevalentemente coesivi, rappresentati da limi sabbiosi, limi e argille con intercalazioni di sabbie e ghiaie generalmente caratterizzate da spessori limitati. Questi orizzonti permeabili contengono falde in pressione che sono sfruttate a scopo idropotabile da alcuni pozzi, in quanto risultano ben protette da eventuali inquinamenti, essendo generalmente separate dalla falda superficiale da notevoli spessori di sedimenti poco o non permeabili. Possono, però, rivelarsi poco consistenti dal punto di vista della produttività, in quanto trattasi spesso di lenti di materiali grossolani di limitato spessore e con continuità laterale non elevata. Possono contenere, inoltre, acque con caratteristiche idrochimiche scadenti per l'elevato contenuto di ferro e idrogeno solforato.

Il tetto di questa unità presenta un andamento irregolare legato alla presenza di una dorsale sepolta, denominata "anticlinale di Pievedizio-Ciliverghe" responsabile della presenza dei rilievi di Pievedizio, M.Netto, Castenedolo e Ciliverghe. Nel settore meridionale del territorio comunale l'unità Villafranchiana si presenta infatti ad appena 40-42 metri di profondità, limitando considerevolmente lo spessore dell'unità più produttiva soprastante.

### **6.2.2 Descrizione delle sezioni idrogeologiche**

Per illustrare i rapporti esistenti tra le unità idrogeologiche presenti in profondità sono state realizzate tre sezioni idrogeologiche, di cui una con andamento N-S (sezione A-A') e due dirette E-W (sezioni B-B' e C-C').

La sezione A-A' evidenzia i diversi spessori dell'unità ghiaioso-sabbiosa fluvioglaciale, legati all'andamento ondulato del limite superiore dell'unità conglomeratica e di quella villafranchiana sottostante. Infatti lo spessore dell'unità acquifera superficiale, che nella zona settentrionale del territorio comunale è di 40-45 metri, aumenta rapidamente verso sud ed in corrispondenza del pozzo comunale di via Cavour raggiunge circa i 70 metri, per poi tornare ad assottigliarsi procedendo verso il territorio di Poncarale, in conseguenza del graduale innalzamento dell'unità

villafranchiana legato alla presenza dei rilievi del M.Netto a SW e di Castenedolo a SE.

Nella sezione B-B' si nota la sostanziale uniformità dello spessore dell'unità superficiale da est ad ovest nel settore settentrionale. Al suo interno si evidenzia un sostanziale incremento nella presenza di materiali a granulometria fine passando dalla zona caratterizzata dai depositi fluvioglaciali (fg) a quella costituita da sedimenti fluviali e fluvioglaciali (fg<sup>w</sup>).

Gli stessi motivi si evidenziano nella sezione C-C' che attraversa il territorio comunale in senso meridiano nella zona meridionale, passando sotto località Aspes e la zona delle Acciaierie Ferdofin.

### **6.3. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO PUBBLICO E PRIVATO**

Nella fase di rilievo per la redazione dello studio idrogeologico sono stati censiti ed ubicati i pozzi pubblici e privati presenti nel territorio comunale. Le schede allegate contengono l'elenco dei pozzi pubblici e privati esistenti sul territorio oltre ad alcuni pozzi situati sul territorio dei comuni limitrofi e posti nelle vicinanze dei confini con S. Zeno Naviglio.

Molti dei pozzi attualmente attivi non sono corredati da documentazione, per cui non è stato possibile risalire alla stratigrafia dei terreni attraversati, alla posizione dei filtri e alle altre caratteristiche derivanti da eventuali prove di collaudo effettuate.

La quota indicata nella scheda è riferita sempre al piano campagna nelle immediate vicinanze della testa del pozzo, così come desunte dalla cartografia in scala 1:2000; ad essa sono riferite tutte le misurazioni dei livelli effettuate.

L'approvvigionamento idrico per l'acquedotto comunale è assicurato da due pozzi; uno è situato al centro del paese, in via Cavour, mentre l'altro è posto circa 400 metri a nord, in via Puccini.

- **Pozzo nr.1:** è situato in via Cavour ed è stato realizzato nell'agosto 1973 con le seguenti caratteristiche:

profondità:	61.70 m
colonna fenestrata:	18.50 m totali

livello statico (23.4.95):	-4.25 m
quota di riferimento:	109.80 m s.l.m.

Descrizione del manufatto: la testa del pozzo si trova inserita in un tombino di forma quadrata con lato di circa 2 metri, sporgente per circa 0.7 metri da piano campagna e profondo 2.5 metri. La struttura è stata modificata di recente poiché in passato la testa della tubazione si trovava posizionata più in basso e il tombino era a livello del terreno; questo permetteva alle acque meteoriche di penetrare nel manufatto e sommergere la parte sommitale del pozzo.

L'acqua prelevata da un'unica pompa (ne esiste una seconda ma non viene attualmente utilizzata) viene convogliata in un'autoclave posizionata in una struttura in cemento situata a circa 3 metri dal tombino ed interrata per circa 1.5 metri. In situazioni di forte richiesta idrica un circuito apposito permette alle acque di servire direttamente le utenze senza entrare nell'autoclave.

Le acque provenienti da questa captazione si uniscono dopo un breve tratto a quelle provenienti dal secondo pozzo, sito in via Puccini e descritto di seguito.

L'area esterna al pozzo, di forma irregolare, è recintata, anche se non risulta sufficientemente protetta poiché esistono abitazioni dalle quali si può accedere direttamente all'area stessa. Inoltre la distanza tra il tombino a protezione del pozzo e via Cavour non raggiunge i 10 metri richiesti dal D.P.R. 236/88.

- **Pozzo nr. 2:** è situato in via Puccini ed è stato realizzato nel febbraio 1984 con le seguenti caratteristiche:

profondità:	155.00 m
colonna fenestrata:	14.50 m totali
livello statico (23.4.95):	-3.90 m
quota di riferimento:	114.00 m s.l.m.

Descrizione del manufatto: il pozzo è situato ad un angolo di una struttura in cemento con dimensioni 9x5 metri che contiene anche l'autoclave attraverso la quale passano le acque prima di entrare nella rete dell'acquedotto. La testa del pozzo si trova circa 20 centimetri al di sotto del piano campagna.

COMUNE DI S. ZENO NAVIGLIO - POZZI PUBBLICI E PRIVATI

Nr.	Proprietario	Località	Quota s.l.m. [m]	Profondità da p.c. [m]	Anno perfor.	Stratigrafia	Dati idraulici		
							data rilevaz.	liv. statico [m da p.c.]	Portata (Q) [l/s]
1	Comune	S. Zeno v. Cavour	109,1	93,00	1973	si	24.03.95	4,25	
2	Comune	S. Zeno v. Puccini	110,9	155,00	1984	si	24.03.95	3,90	6,0
3	Sig. Simonelli F.	Aspes	102,6	22,00	1989	no			
4	Sig. Simonelli F.	Aspes	102,6	17,00		no			
5	Sig. Biloni A.	Aspes	102,1	30,00		no	14.03.95	2,80	
6a	Acciaierie FERDOFIN	S.S. 45 bis km 41.500	104,2	50,00		no			
6b	Acciaierie FERDOFIN	S.S. 45 bis km 41.500	104,2	31,00		no			
6c	Acciaierie FERDOFIN	S.S. 45 bis km 41.500	104,2	40,00	1975	no			
6d	Acciaierie FERDOFIN	S.S. 45 bis km 41.500	104,2	61,50	1951	si			
7	Consorzio S. Zeno 2	S.S. 45 bis	105,7		1989	no			

COMUNE DI S. ZENO NAVIGLIO - POZZI PUBBLICI E PRIVATI

Nr.	Proprietario	Località	Quota s.l.m. [m]	Profondità da p.c. [m]	Anno perfor.	Stratigrafia	Dati Idraulici		
							data rilevaz.	liv. statico [m]	Portata (Q) [l/s]
8	Consorzio irriguo	Linea F.S. BS-CR	105.6	8.00	1935	no	14.03.95	2.50	
9	Cons. Vaso Serioletto	S.S. 45 bis	111.4	97.00	1951	sì	14.03.95	4.65	
10	Ditta Zani Stefana I.	Casa IACP ad est linea F.S.	111.2	52.00	1968	sì	POZZO SIGILLATO		
11	Az. Agr. Naviglio	A4 a sud di C.na Fuserino	110.5			no	24.03.95	4.60	
12	Az. Agr. Naviglio	Impianto zootecnico	108.1			no			

POZZI SITUATI IN COMUNI LIMITROFI

Nr.	Proprietario	Comune	Località	Quota s.l.m. [m]	Profondità da p.c. [m]	Anno perfor.	Stratigrafia
B1	Comune di Borgosatollo	Borgosatollo	Piffione - 350 m a S di C.na Venezia	115,2	80	1971	sì
B2	Consorzio Roggia Motella	Borgosatollo	200 m ad E di C.na Colombo	108,5	67,00		sì
B3	Consorzio Fontana Spino	Borgosatollo	300 m ad W di Sorec	105	67,25	1957	sì
P1	Comune di Poncarale	Poncarale	1 km a Sud di C.na Aspes	98,5	108,50	1993	sì
P2	Beccalossi	Poncarale	350 m a SW di Berferoni Sera	99,7	72,00	1968	sì
P3	Impresa Donati	Poncarale	Chiaviche	103,7	73,00	1972	sì
FL1	Consorzio irriguo di Flero	Flero	centro abitato vicino S.P. 22	104,7	114	1954	sì
FL2	Ditta Bettinzoli	Flero	300 m a S di C.na Gussago	99,5	35	1974	sì
FL3	Cascina Caselle	Flero	Cascina Caselle	97,5	46	1970	sì
FO1	A.S.M.	Brescia	Folzano	110	76,2	1956	sì
FO2	A.S.M.	Brescia	Folzano	109,5	165,00	1985	sì

L'acqua viene prelevata tramite due pompe ed anche in questo caso esiste un circuito che permette alle acque di entrare direttamente in rete senza passare nell'autoclave in caso di forti richieste.

L'area esterna alla struttura contenente il pozzo misura circa 18x22 metri, è recintata ed è chiusa.

Si raccomanda che vengano assolutamente evitate all'interno di quest'area attività che possano pregiudicare la funzione di protezione della captazione da essa svolta.

#### **6.4. PIEZOMETRIA**

Nel mese di marzo 1995 è stata effettuata una campagna di misurazioni del livello statico nei pozzi comunali ed in alcuni pozzi privati, al fine di ricostruire l'andamento della superficie piezometrica della falda e la relativa cadente.

Le suddette misurazioni sono state eseguite nei due pozzi comunali di via Cavour e di via Puccini e in 4 pozzi privati. A completamento di questi dati sono stati utilizzati i livelli piezometrici stimati a partire dalla verifica del livello di emergenza delle acque nelle risorgive censite sul territorio comunale.

Durante la serie di misurazioni, che in alcuni pozzi si è protratta su più giorni nell'arco di tutto il mese di marzo, si è assistito ad una diminuzione di circa 15 cm del livello della falda. Ciò è da mettere in relazione al livello particolarmente alto della falda stessa nel momento in cui sono cominciate le misurazioni a cui ha fatto seguito un periodo di scarsa piovosità.

Sulla base dei dati rilevati sono state elaborate le curve delle isofreatiche, ovvero le linee di uguale altezza della superficie della falda sul livello del mare. Esse sono state riportate sulla allegata CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV.2). Nella carta vengono inoltre riportati, a fianco di ciascun pozzo, i valori del relativo livello piezometrico in m s.l.m., così come i valori stimati rilevati in corrispondenza delle risorgive.

Le isopiezometriche così determinate sono state confrontate con quelle delineate in altri lavori svolti precedentemente in comuni confinanti con S. Zeno Naviglio.

Il deflusso idrico sotterraneo è orientato verso SSW nella parte settentrionale e verso SW nella parte meridionale dell'area indagata; l'andamento delle isopieze evidenzia il convergere del deflusso verso i fontanili .

Il livello della falda nel territorio del comune di S. Zeno Naviglio presenta un dislivello di circa 14 metri, passando dai 110 m s.l.m. nella parte più settentrionale ai 96 m s.l.m. dell'estremità meridionale; la cadente piezometrica varia da circa 0.4% nel settore settentrionale a circa 0.3% nella zona meridionale e risulta su tutto il territorio comunale leggermente inferiore alla pendenza della superficie topografica.

Questo determina che i valori di soggiacenza rimangano contenuti entro un campo abbastanza ristretto, variando dai 4-5 metri circa della parte centro-settentrionale fino ai 2 metri circa dell'estrema punta meridionale del territorio comunale.

#### **6.5. ZONE DI RISPETTO RELATIVE AI POZZI COMUNALI (D.P.R. 236/88).**

La tutela delle risorse idriche sotterranee è stata presa in considerazione dalla normativa nazionale con l'emanazione del D.P.R. nr. 236/88 che ha recepito la direttiva CEE 80/778.

Il decreto istituisce le aree di salvaguardia delle fonti di approvvigionamento idropotabile all'interno delle quali imporre vincoli che regolino le attività umane. Tali prescrizioni sono indicative se riferite ad attività preesistenti, ma assumono un significato notevole relativamente alla gestione del territorio e all'insediamento di nuove attività nelle aree circostanti pozzi nuovi e/o già esistenti.

Lo scopo dell'istituzione delle fasce di rispetto è la salvaguardia delle risorse idriche da fenomeni locali di inquinamento. La protezione territoriale viene realizzata, nelle aree intorno alle opere di captazione, suddividendo la zona in due fasce:

**1- Zona di tutela assoluta:** è la zona adibita esclusivamente agli impianti di captazione; viene acquisita dall'ente gestore del servizio di acquedotto e deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 10 m.

Questa deve rispondere ai seguenti requisiti:

- comprendere tutti i manufatti relativi all'opera di captazione;

- essere isolata e recintata, in modo da vietarne l'accesso ai non addetti;
- essere adibita a prato o a bosco, sul quale non è comunque concesso l'uso di qualsiasi forma di concime, diserbante o altro prodotto, sia chimico che organico;
- la testata del pozzo deve essere chiusa in modo da non consentire l'ingresso ad elementi esterni quali pioggia, acque superficiali dilavanti, terriccio, foglie, animali, etc...

E' quindi necessario che i pozzi pubblici possiedano una zona di tutela assoluta recintata, all'interno della quale si trovino tutti i manufatti relativi all'opera di captazione e che non vi sia la possibilità, da parte di qualsiasi elemento esterno, di entrare direttamente nella testata del pozzo.

**2) Zona di rispetto:** il D.P.R. 236/88 prevede un metodo di delimitazione geometrico di quest'area, stabilendo un raggio minimo dal pozzo di 200 metri. Esso consente, tuttavia, di modificare l'estensione di detta area in base a considerazioni di carattere idrogeologico.

All'interno della zona di rispetto devono essere proibite le attività che possono alterare l'alimentazione e le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee. Deve essere quindi garantita l'assenza di contaminazioni batteriche, l'impossibilità per le sostanze non biodegradabili di raggiungere la falda e per quelle biodegradabili di raggiungere carichi biologici troppo elevati all'interno della stessa.

Per questi motivi sono vietate le seguenti attività e le attività ad esse assimilabili:

- dispersione di reflui, fanghi e liquami anche se depurati, in fossi non impermeabilizzati;
- accumulo di concimi organici;
- spandimento di pesticidi e fertilizzanti;
- dispersione nel sottosuolo delle acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate, nonché stoccaggio di rifiuti, reflui e sostanze chimiche pericolose;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione veicoli;
- pozzi perdenti.

Per un elenco completo delle attività potenzialmente inquinanti e quindi vietate si rimanda all'art.6 del D.P.R. 236/88.

# LEGGI E DECRETI PRESIDENZIALI

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 24 maggio 1988, n. 236.

Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183.

## IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visti gli articoli 76 e 87 della Costituzione;

Vista la legge 16 aprile 1987, n. 183, concernente il coordinamento delle politiche comunitarie riguardanti l'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee e l'adeguamento dell'ordinamento interno agli atti normativi comunitari;

Vista la direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, indicata nell'elenco C allegato alla legge 16 aprile 1987, n. 183;

Considerato che in data 11 aprile 1988, ai termini dell'art. 15 della citata legge 16 aprile 1987, n. 183, che delega il Governo ad emanare norme attuative delle direttive indicate nel predetto elenco C, è stato inviato lo schema del presente provvedimento ai Presidenti della Camera dei deputati e del Senato della Repubblica per gli adempimenti ivi previsti;

Acquisito il parere delle competenti commissioni della Camera dei deputati e del Senato della Repubblica;

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri, adottata nella riunione del 20 maggio 1988;

Sulla proposta del Ministro per il coordinamento delle politiche comunitarie, di concerto con i Ministri degli affari esteri, di grazia e giustizia, del tesoro, dell'agricoltura e delle foreste, dei lavori pubblici, dell'industria, del commercio e dell'artigianato, della sanità, dell'ambiente e per gli affari regionali ed i problemi istituzionali;

EMANA

il seguente decreto:

### Art. 1.

#### Principi generali

1. Il presente decreto stabilisce i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo umano, per la tutela della salute pubblica e per il miglioramento delle condizioni di vita ed introduce misure finalizzate a garantire la difesa delle risorse idriche.

### Art. 2.

#### Campo di applicazione

1. Per acque destinate al consumo umano si intendono tutte le acque, qualunque ne sia l'origine, allo stato in cui si trovano o dopo trattamento, che siano:

a) fornite al consumo;

b) ovvero utilizzate da imprese alimentari mediante incorporazione o contatto per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione, l'immissione sul mercato di prodotti e sostanze destinate al consumo umano e che possano avere conseguenze per la salubrità del prodotto alimentare finale.

2. Restano escluse dal campo di applicazione del presente decreto le acque minerali e termali.

### Art. 3.

#### Requisiti di qualità

1. I requisiti di qualità delle acque sono valutati sulla base dei valori e delle indicazioni relativi ai parametri di cui all'allegato I.

2. La concentrazione massima ammissibile di ciascun parametro non può essere superata.

3. I valori guida costituiscono obiettivi al cui raggiungimento l'attività amministrativa deve tendere.

4. Per le acque che subiscono un trattamento di addolcimento sono specificati, all'allegato I, i valori della concentrazione minima richiesta.

5. I valori che sono indicati nell'allegato I devono essere interpretati per ciascun parametro tenendo conto delle osservazioni eventualmente riportate nel medesimo allegato.

### Art. 4.

#### Aree di salvaguardia delle risorse idriche

1. Per assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano, sono stabilite aree di salvaguardia suddivise in zone di tutela assoluta, zone di rispetto e zone di protezione.

2. Le zone di tutela assoluta e le zone di rispetto si riferiscono alle sorgenti, ai pozzi ed ai punti di presa; le zone di protezione si riferiscono ai bacini imbriferi ed alle aree di ricarica delle falde.

### Art. 5.

#### Zona di tutela assoluta

1. La zona di tutela assoluta è adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio; deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e deve avere un'estensione di raggio non inferiore a dieci metri, ove possibile.

2. L'estensione della zona di tutela assoluta è adeguatamente ampliata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

## Art. 6.

*Zona di rispetto*

1. Le zone di rispetto sono delimitate in relazione alle risorse idriche da tutelare e comunque devono avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 metri rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere ridotta in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

2. Nelle zone di rispetto sono vietate le seguenti attività o destinazioni:

a) dispersione, ovvero immissione in fossi non impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se depurati;

b) accumulo di concimi organici;

c) dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;

d) aree cimiteriali;

e) spandimento di pesticidi e fertilizzanti;

f) apertura di cave e pozzi;

g) discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate;

h) stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;

i) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;

l) impianti di trattamento di rifiuti;

m) pascolo e stazzo di bestiame.

3. Nelle zone di rispetto è vietato l'insediamento di fognature e pozzi perdenti; per quelle esistenti si adottano, ove possibile, le misure per il loro allontanamento.

4. Per la captazione di acque superficiali si applicano, per quanto possibile, le norme di cui ai commi 1, 2 e 3, curando inoltre le opere di protezione e sistemazione di pendici e sponde, al fine di prevenire dissesti idrologici, nonché la deviazione, a valle delle opere di presa, delle acque meteoriche e di quelle provenienti da scarichi.

## Art. 7.

*Zona di protezione*

1. Nelle zone di protezione possono essere adottate misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici.

## Art. 8.

*Competenze statali*

1. Sono di competenza statale le funzioni concernenti:

a) promozione, consulenza, indirizzo e coordinamento delle attività connesse con l'applicazione del presente decreto;

b) le modifiche, le variazioni e le integrazioni degli allegati I, II e III;

c) la predisposizione e l'aggiornamento dei criteri generali e delle metodologie per il rilevamento delle

caratteristiche delle acque dolci sotterranee, salmastre e marine da destinare al consumo umano, nonché dei criteri per la formazione e l'aggiornamento dei relativi catasti

d) le norme tecniche per la tutela preventiva e per il risanamento della qualità delle acque destinate al consumo umano, nonché i criteri generali per la individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche;

e) le norme tecniche per l'installazione degli impianti di acquedotto;

f) le norme tecniche per la potabilizzazione delle acque;

g) le norme tecniche per lo scavo, perforazione, trivellazione, manutenzione, chiusura e riapertura di pozzi d'acqua;

h) acquisizione ed elaborazione di informazioni sulla qualità delle acque destinate al consumo umano.

2. Le competenze statali di cui alle lettere a), b), c) e d), sono esercitate dal Ministro della sanità, di concerto con il Ministro dell'ambiente; la competenza di cui alla lettera f) è esercitata dal Ministro della sanità; le competenze di cui alle lettere e) e g), sono esercitate dal Ministro dei lavori pubblici, di concerto con i Ministri della sanità e dell'ambiente.

## Art. 9.

*Competenze regionali*

1. Alle regioni competono le seguenti funzioni:

a) previsione di misure atte a rendere possibile un approvvigionamento idrico di emergenza per fornire acqua potabile rispondente ai requisiti previsti dall'allegato I, per la quantità ed il periodo minimi necessari a far fronte a contingenti esigenze locali;

b) esercizio dei poteri sostitutivi, in caso di inerzia degli enti locali, per la salvaguardia delle risorse idriche da destinare al consumo umano;

c) esercizio del potere di deroga;

d) adozione dei piani di intervento per il risanamento ed il miglioramento della qualità delle acque;

e) coordinamento del flusso informativo sulle caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, anche ai fini di cui all'art. 8, comma 1, lettera h);

f) individuazione delle aree di salvaguardia e disciplina delle attività e destinazioni ammissibili, salvo il disposto degli articoli 4, 5, 6 e 7.

## Art. 10.

*Frequenze di campionamento e metodi di analisi*

1. Negli allegati II e III sono indicati, rispettivamente, i modelli e le frequenze minime di campionamento, nonché i metodi analitici di riferimento da adottarsi per il controllo qualitativo delle acque destinate al consumo umano, nei punti significativi della rete.

## 6.6. QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per definire la qualità delle acque sotterranee sono stati esaminati i dati chimici e batteriologici in serie storica riguardanti i pozzi pubblici, messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico, relativi al periodo 1990-1994.

Le analisi sono per lo più riferite a prelievi effettuati alle fontanelle pubbliche; i certificati relativi a prelievi effettuati presso i pozzi comunali sono solamente tre per ciascun pozzo. Questi ultimi mostrano come il chimismo delle acque estratte dal pozzo di via Cavour e dal pozzo di via Puccini sia molto simile (figg. 1 e 2). In entrambi i casi non si sono rilevate concentrazioni anomale in alcun componente, se si eccettua il dato relativo al contenuto di atrazina nel pozzo di via Puccini rilevato nell'analisi del 13.06.1991, quando si sono raggiunti valori di 0.1 µg/l, pari al valore massimo ammissibile a norma del DPR 236/88.

Non si è registrata presenza di cromo, mentre sono stati rilevati solventi clorurati che mostrano variazioni comprese tra 8 e 13 µg/l per il pozzo di via Cavour e tra 2 e 10 µg/l per il pozzo di via Puccini.

Anche le analisi riferite ai prelievi effettuati alle fontanelle pubbliche confermano le caratteristiche qualitative piuttosto buone delle acque che sono classificabili come medio minerali, in base ai valori della conducibilità elettrica riscontrati, e mediamente dure. La concentrazione dei nitrati è inferiore a 15 mg/l e quella dei cloruri oscilla tra 5 e 25 mg/l. Il cromo è sempre assente, mentre i solventi clorurati non superano i 16 µg/l.

Dal punto di vista microbiologico l'acqua risulta buona, non essendo stati rilevati microrganismi indici di contaminazione fecale.

Per evidenziare le caratteristiche chimiche della falda captata dai due pozzi comunali, nella tab.1 sono indicati i valori massimi e minimi registrati per ciascuno dei componenti chimici più significativi presenti nelle acque prelevate ai due pozzi e alle fontanelle pubbliche. Nella tabella sono inoltre riportati i valori guida (VG) e le concentrazioni massime ammissibili (CMA) definite dal DPR 236/88.

L'analisi sulla qualità delle acque ha potuto essere estesa su un arco di tempo più ampio con l'ausilio dei dati relativi alle analisi chimiche e microbiologiche effettuate dall'USSL 41 sui pozzi delle acciaierie Ferdofin, che si estendono sul periodo dal 1988 al 1994, messe a disposizione dalla Ferdofin. Malgrado esistano differenze nella posizione dei tratti filtranti dei pozzi comunali e dei pozzi Ferdofin, in quanto in

TABELLA 1: POZZI COMUNALI E FONTANELLE PUBBLICHE

Parametro	Unità di misura	Valore massimo	Valore minimo	Nr. analisi	Valore guida VG DPR 24.05.88	Contenuto max. amm.
Conducibilità elettrica a 20° C	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	608	488	22	400	//
Residuo	[mg/l]	456	366	22	//	1500
Durezza totale	gradi francesi	32,8	27,1	22	//	//
Alcalinità	[mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	336	305	22	//	//
Cloruri	[mg/l Cl <sup>-</sup> ]	23	6	22	25	//
Solfati	[mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ]	33	18	19	25	250
Calcio	[mg/l Ca ]	82	69	20	100	//
Magnesio	[mg/l Mg]	31	21	20		
Ferro	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ Fe ]	80	N.R.	22	50	200
Nitriti	[mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	14	10	20	5	50
Nitriti	[mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ]	N.R.	N.R.	22	//	0,1
Ammoniaca	[mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	N.R.	N.R.	22	0,05	0,5
Ossidabilità secondo Kubel	[mg/l]	0,8	0,2	22	0,5	5
Cromo	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	N.R.	N.R.	22	//	50
Solventi clorurati	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	16	1	22	//	30
Atrazina	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	0,1	N.R.	14	//	0,1

TABELLA 2: POZZO F.A.B. NR. 1 - Mensa

Parametro	Unità di misura	Valore massimo	Valore minimo	Nr. analisi	Valore guida VG DPR 24.05.88	Contenuto max. amm.
Conducibilità elettrica a 20° C	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	615	454	9	400	//
Residuo	[mg/l]	461	341	9	//	1500
Durezza totale	gradi francesi	29,5	21,2	9	//	//
Alcalinità	[mg/l $\text{HCO}_3^-$ ]	305	232	9	//	//
Cloruri	[mg/l $\text{Cl}^-$ ]	19	10	9	25	//
Solfati	[mg/l $\text{SO}_4^-$ ]	36	31	7	25	250
Calcio	[mg/l Ca]	78	60	6	100	//
Magnesio	[mg/l Mg]	21	15	4		
Ferro	[mg/l Fe]	n.r.	n.r.	8	50	200
Nitrati	[mg/l $\text{NO}_3^-$ ]	18	14	9	5	50
Nitriti	[mg/l $\text{NO}_2^-$ ]	0	0	9	//	0,1
Ammoniacca	[mg/l $\text{NH}_4^+$ ]	0	0	9	0,05	0,5
Ossidabilità secondo Kubel	[mg/l]	1	0,4	8	0,5	5
Cromo	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	n.r.	n.r.	9	//	50
Solventi clorurati	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	5	2	9	//	30
Atrazina	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	0,07	n.r.	9	//	0,1

TABELLA 3: POZZO F.A.B. NR. 2 - Reparto miniaccialleria

Parametro	Unità di misura	Valore massimo	Valore minimo	Nr. analisi	Valore guida VG DPR 24.05.88	Contenuto max. amm.
Conducibilità elettrica a 20° C	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	616	475	9	400	//
Residuo	[mg/l]	462	356	9	//	1500
Durezza totale	gradi francesi	31,8	25,5	9	//	//
Alcalinità	[mg/l $\text{HCO}_3^-$ ]	342	299	9	//	//
Cloruri	[mg/l $\text{Cl}^-$ ]	18	5	9	25	//
Solfati	[mg/l $\text{SO}_4^-$ ]	35	23	6	25	250
Calcio	[mg/l Ca]	79	69	6	100	//
Magnesio	[mg/l Mg]	23	20	4		
Ferro	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ Fe]	120	n.r.	9	50	200
Nitrati	[mg/l $\text{NO}_3^-$ ]	17	9	9	5	50
Nitriti	[mg/l $\text{NO}_2^-$ ]	n.r.	n.r.	9	//	0,1
Ammoniaca	[mg/l $\text{NH}_4^+$ ]	n.r.	n.r.	9	0,05	0,5
Ossidabilità secondo Kubel	[mg/l]	0,7	0,3	8	0,5	5
Cromo	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	n.r.	n.r.	9	//	50
Solventi clorurati	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	21	1	9	//	30
Atrazina	[ $\mu\text{g}/\text{l}$ ]	0,05	n.r.	9	//	0,1

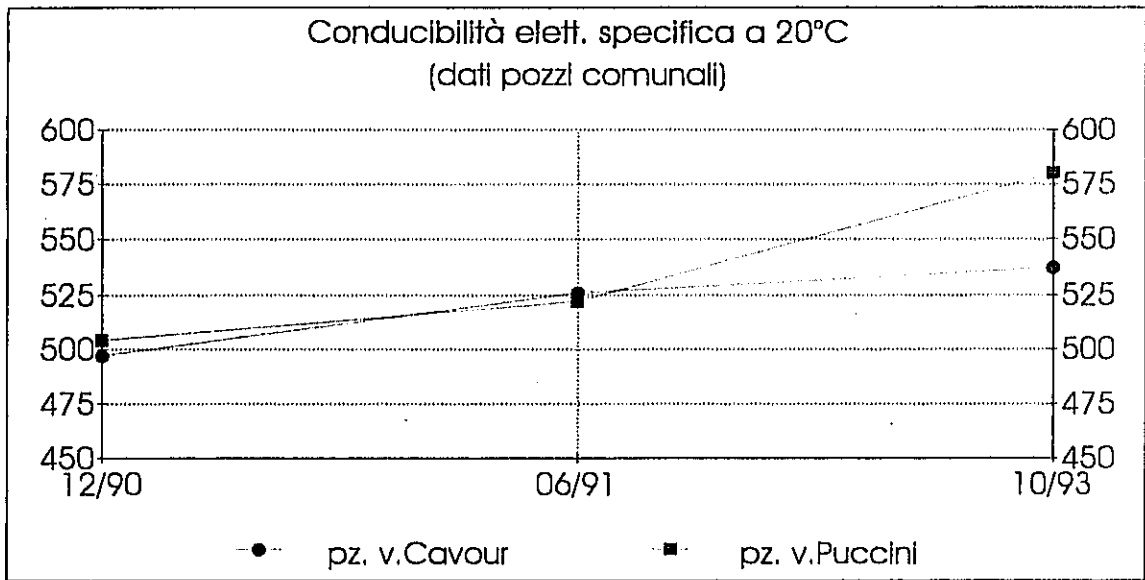


FIGURA 1

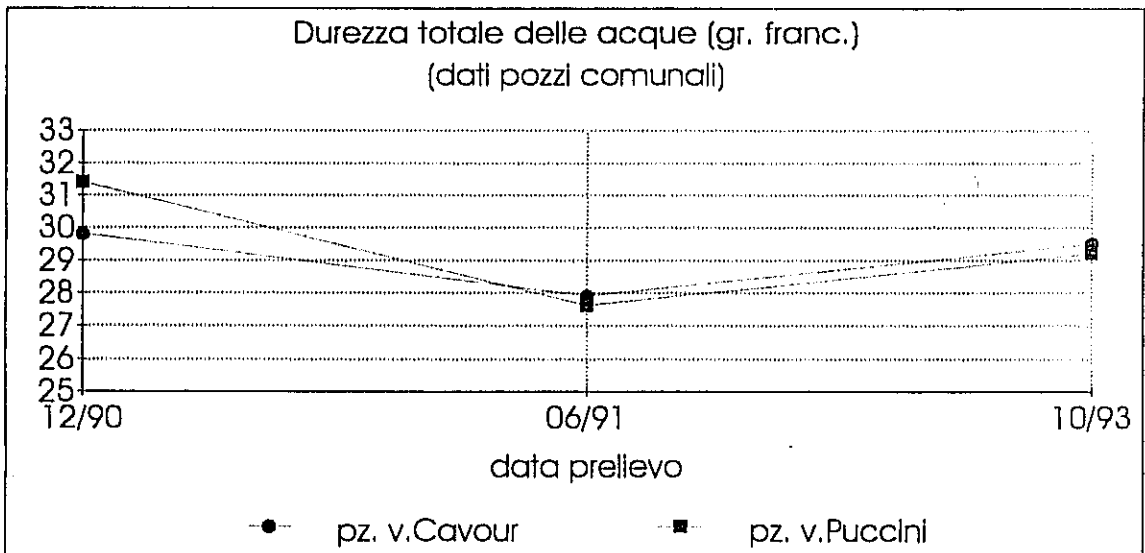


FIGURA 2

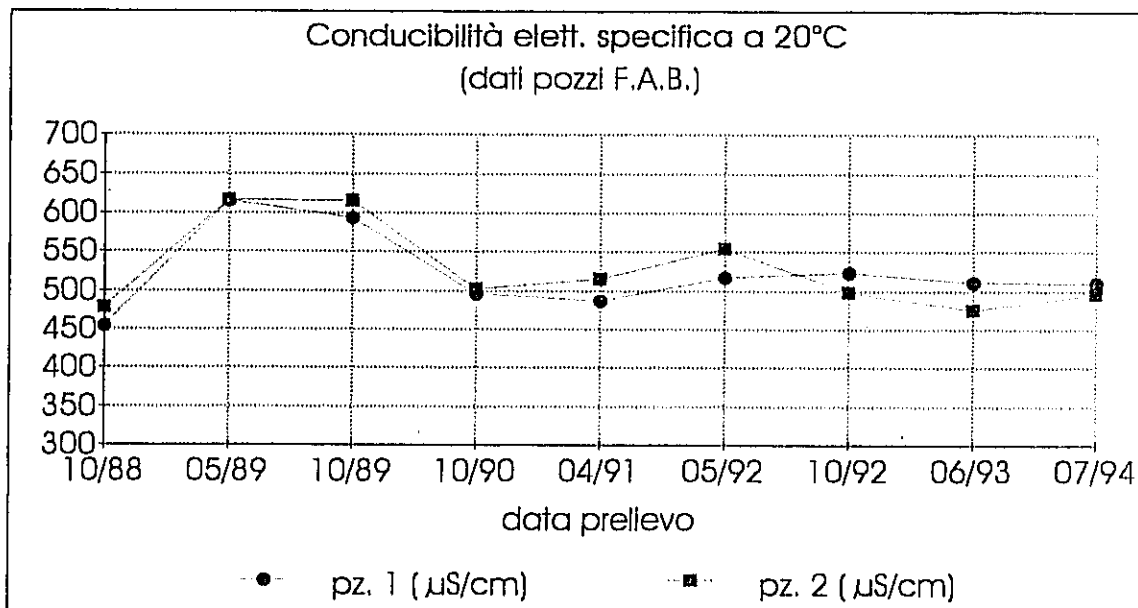


FIGURA 3

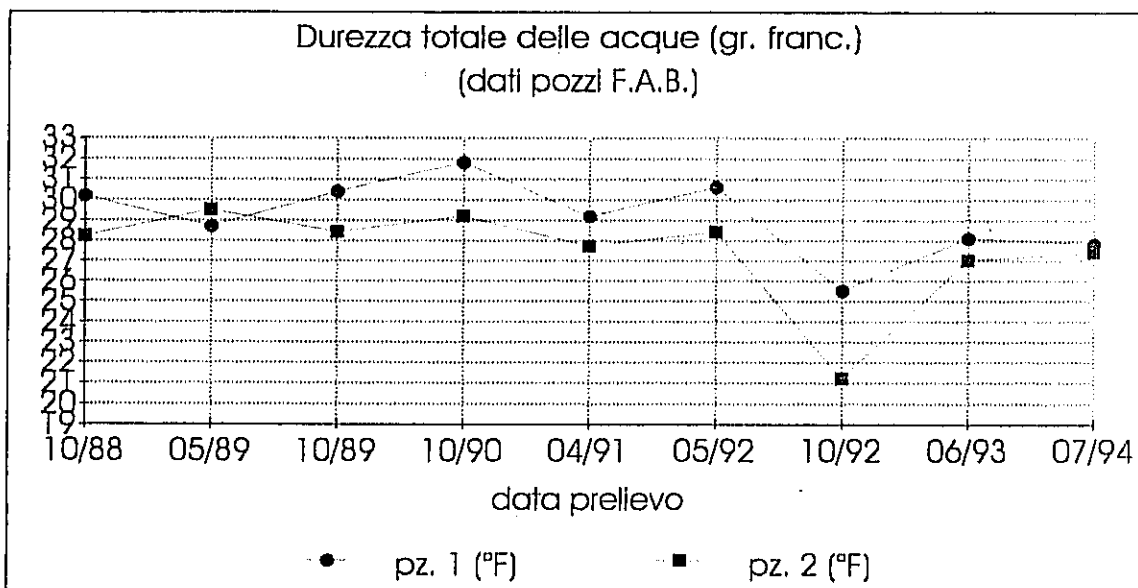


FIGURA 4

questi ultimi i filtri si trovano a profondità minore, non vi sono sostanziali divergenze nel chimismo delle acque estratte, se si confrontano i dati relativi allo stesso periodo.

I valori relativi alla concentrazione dei principali ioni e composti sono compresi entro campi di variazione più ampi rispetto ai pozzi comunali, dato che i pozzi Ferdofin captano porzioni della falda acquifera più superficiali, il cui chimismo è quindi maggiormente influenzato dalle precipitazioni e dall'irrigazione. Anche nei pozzi Ferdofin si rileva la presenza di solventi clorurati, in quantità variabili tra 1 e 21 µg/l in un pozzo e tra 2 e 5 µg/l in un altro.

Le quantità di solventi clorurati rilevati nei pozzi comunali e nei pozzi Ferdofin sono indici di un inquinamento relativamente modesto e diffuso nella falda e di conseguenza sono presumibilmente legate a focolai presenti a monte del territorio comunale.

Nei pozzi Ferdofin è stata inoltre rilevata la presenza di atrazina, in alcune analisi con concentrazioni pari ai valori massimi ammissibili.

## **6.7. VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE ALL'INQUINAMENTO**

### **6.7.1 I parametri considerati per la valutazione della vulnerabilità**

La vulnerabilità di un acquifero, intesa come la facilità di penetrazione e di diffusione di un inquinante nelle acque sotterranee, dipende dalle caratteristiche dei terreni e dalle condizioni idrogeologiche del sottosuolo.

E' quindi legata essenzialmente alle condizioni ambientali esistenti ed è indipendente dal tipo di inquinante.

La stima del grado di vulnerabilità della falda acquifera può essere effettuata utilizzando un sistema conosciuto con il nome di DRASTIC, dal nome delle iniziali inglesi delle variabili prese in considerazione, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency).

I parametri su cui si basa sono sette:

**SOGGIACENZA (D):** è uno dei parametri più importanti poiché la distanza del livello piezometrico dal piano campagna determina lo

spessore di terreno interposto e quindi una maggiore o minore azione filtrante effettuata dai materiali della zona non satura. I rilievi piezometrici effettuati indicano una soggiacenza media di 4-5 m nella zona settentrionale; ove si riscontrano zone localmente più depresse (ad esempio località Caselle) la falda può arrivare fino a 3-3,5 m dal piano campagna. Nella zona meridionale, a partire all'incirca dalla località Aspes verso sud, la falda si mantiene ad una profondità compresa tra 1,8 e 2,5 metri dal piano campagna.

**RICARICA (R):** corrisponde alla percentuale di precipitazioni e irrigazioni che effettivamente raggiunge la falda ed è espressa in mm/annui.

**CARATTERI TESSITURALI DEL SATURO (A):** definiscono i caratteri litologici e tessiturali della zona satura che concorrono a determinare la velocità di propagazione di un inquinante una volta arrivato in falda. Nell'area in esame i depositi che costituiscono l'acquifero sono prevalentemente ghiaiosi, anche se nel settore occidentale è frequente la presenza di una rilevante percentuale di materiali fini che, però, non raggiungono mai una continuità sufficiente ad assicurare una efficace protezione dagli agenti contaminanti provenienti dalla superficie

**CARATTERI TESSITURALI DEL SUOLO (S):** lo spessore ed il tipo di suolo presenti in una determinata zona sono fattori importanti poiché le frazioni più fini dei terreni possono presentare un alto potere adsorbente nei confronti di un buon numero di sostanze inquinanti, determinando una diminuzione nella velocità di propagazione e nella concentrazione dei contaminanti prima che essi possano raggiungere la falda. Con riferimento alla suddivisione riportata sulla allegata Carta di inquadramento geologico e geomorfologico (TAV.1) è possibile distinguere nella zona orientale terreni prevalentemente poco profondi (< 1 m) con una elevata percentuale di limo e argilla, mentre nella zona occidentale è possibile trovare terreni con spessori maggiori, caratterizzati però da una elevata percentuale della frazione sabbiosa. I primi, in considerazione dello spessore molto limitato, rientrano nella categoria caratterizzata da protettività bassa, mentre i secondi possono essere inclusi nella categoria a protettività media.

**ACCLIVITA' (T):** le caratteristiche morfologiche del territorio, definibili quantitativamente utilizzando il gradiente topografico, determinano la maggiore o minore possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche.

**CARATTERI TESSITURALI DEL NON SATURO (I):** anche i depositi presenti in questa zona, come il suolo, possono determinare una azione

adsorbente che porta ad una diluizione dei contaminanti e ad una diminuzione della velocità di percolazione degli stessi. Nel territorio esaminato gli orizzonti immediatamente sottostanti ai terreni di copertura sono frequentemente di tipo ghiaioso-sabbioso e non possono perciò assicurare un'efficace azione depurante per l'elevata permeabilità che li caratterizza

**CONDUCIBILITA' IDRAULICA (C):** si riferisce ad una valutazione quantitativa della capacità di un terreno di lasciarsi attraversare dall'acqua.

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo.

### **6.7.2 Metodologia utilizzata**

La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio variabile da 1 a 10.

La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro.

La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic. I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella tab.4

Nella valutazione della vulnerabilità delle acque sotterranee nella pianura bresciana, per l'identificazione delle caratteristiche dell'acquifero, della zona non satura e di quella satura, si possono riconoscere tre situazioni tipo: una zona a ghiaie e sabbie prevalenti, una zona a sabbie prevalenti ed una zona sabbiosa limosa. A questi tre litotipi corrispondono tre classi con punteggi rispettivamente di 8, 7, 6 per il parametro relativo alle caratteristiche della zona satura, 8, 6, 4 per la zona non satura e 8, 5, 3 per la conducibilità idraulica. Le differenze sono dovute al massimo range previsto dalla metodologia per quei litotipi, relativamente a quel parametro.

Per quanto riguarda i suoli si considerano le classi di bassa, media e alta protettività attribuendo valore 8, 5, 2.

La soggiacenza è stata suddivisa in classi tra 0 e 2 m, tra 2 e 5 m, tra 5 e 10 m, tra 10 e 20 m e > 20 m, con punteggio rispettivamente di 10, 8, 7, 4, 2.

I parametri di ricarica e di acclività sono stati considerati costanti sull'area con punteggio rispettivamente di 5 e 9.

I pesi previsti dal metodo sono:

soggiacenza 5, ricarica 4, caratteristiche del saturo 3, caratteristiche del non saturo 5, protettività del suolo 2, conducibilità idraulica 3 e topografia 1.

Il peso maggiore è quindi attribuito alla soggiacenza ed alle caratteristiche del non saturo.

**Tab.4 - Classi di vulnerabilità  
(DRASTIC 23-230)**

<b>CLASSI</b>	<b>LIMITI</b>	<b>VULNERABILITA'</b>
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

### 6.7.3 Valutazione della vulnerabilità

L'analisi dei parametri suesposti ha permesso di differenziare all'interno del territorio di S. Zeno Naviglio tre settori caratterizzati da valori di indice Drastic poco diversi tra loro, in quanto le uniche differenze quantificabili derivano, come si é visto, da un diverso spessore dei terreni di copertura, dalle caratteristiche granulometriche leggermente differenti della zona satura e dai valori di soggiacenza di poco diversi tra loro.

I tre settori individuati sono i seguenti:

A - Settore orientale del territorio comunale caratterizzato da depositi fluvioglaciali (corrispondente alla sigla Fg sulla Carta di inquadramento geologico e geomorfologico - TAV.1)

PARAMETRO	CAMPO	PUNTEGGIO	PESO	TOTALE
Soggiacenza	2-5	8	5	40
Ricarica	250 mm/anno	4	5	20
Zona satura	ghiaie e sabbie	8	3	24
Protett. suolo	Bassa	8	2	16
Acclività	< 2%	1	8	8
Zona non sat.	Ghiaie e sabbie	8	5	40
Cond.idraul.	Alta	8	3	24
<b>DRASTIC</b>				<b>172</b>

B - Settore nord-occidentale del territorio comunale caratterizzato da depositi fluviali e fluvioglaciali (corrispondenti alla sigla Fg<sup>W</sup> sulla Carta di inquadramento geologico e geomorfologico - TAV.1) e da soggiacenza compresa tra 2-5 m

PARAMETRO	CAMPO	PUNTEGGIO	PESO	TOTALE
Soggiacenza	2-5	8	5	40
Ricarica	250 mm/anno	4	5	20
Zona satura	sabbie	7	3	21
Protett. suolo	Media	5	2	10
Acclività	< 2%	1	8	8
Zona non sat.	Ghiaie e sabbie	8	5	40
Cond.idraul.	Alta	8	3	24
<b>DRASTIC</b>				<b>163</b>

C - Settore sud-occidentale del territorio comunale caratterizzato da depositi fluviali e fluvioglaciali (corrispondenti alla sigla Fg<sup>W</sup> sulla Carta di inquadramento geologico e geomorfologico - TAV.1) e da soggiacenza compresa tra 0-2 m

PARAMETRO	CAMPO	PUNTEGGIO	PESO	TOTALE
Soggiacenza	0-2	10	5	50
Ricarica	250 mm/anno	4	5	20
Zona satura	sabbie	7	3	21
Protettività del suolo	Media	5	2	10
Acclività	< 2%	1	8	8
Zona non sat.	Ghiaie e sabbie	8	5	40
Cond.idraul.	Alta	8	3	24
<b>DRASTIC</b>				<b>173</b>

I settori A e C, caratterizzati da un indice Drastic rispettivamente pari a 172 e 173, rientrano nella classe a **vulnerabilità molto alta**, mentre il settore B, con un indice pari a 163, appartiene alla classe a **vulnerabilità alta**.

Non si è ritenuto opportuno distinguere sulla cartografia le aree a vulnerabilità molto alta da quelle a vulnerabilità alta, in quanto le differenze dal punto di vista idrogeologico sono poco significative, soprattutto tra i settori A e B. Infatti, per quanto riguarda i suoli, generalmente più profondi in B rispetto ad A, si sottolinea che anche nel settore occidentale del territorio (B) localmente essi si presentano sottili e quindi determinano una bassa protettività; inoltre gli interventi antropici molto spesso comportano l'asportazione della copertura pedologica.

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'acquifero (zona satura), come si può osservare sulle sezioni idrogeologiche, i livelli argillosi che si rinvengono nel settore B non hanno una buona continuità laterale, ma si assottigliano fino a scomparire localmente.

Di conseguenza si ritiene di segnalare la vulnerabilità delle acque sotterranee su tutto il territorio comunale.

Una particolare attenzione dovrà essere comunque posta nell'area sottostante località Aspes dove sono presenti zone con valori di soggiacenza della falda molto bassi (1,8 metri).

Un altro problema riguardante la protezione della falda che va considerato riguarda il settore settentrionale del territorio, ed in particolare l'area attorno a Caselle, dove le acque dei canali presenti denotano uno stato di degrado molto avanzato. L'inquinamento delle acque superficiali, trasportate in alvei non impermeabilizzati, può contribuire alla contaminazione della falda sotterranea.

A ciò va aggiunta la considerazione riguardante la scarsa protezione assicurata dai terreni dell'acquifero alla falda sfruttata dai pozzi comunali che impone di porre una particolare attenzione a tutte le possibili fonti di inquinamento presenti in superficie. Si ricorda inoltre che la stessa falda freatica è capata a scopo idropotabile anche dai pozzi dei comuni situati a valle (dal punto di vista idrogeologico) di S.Zeno Naviglio.

Si raccomanda quindi che l'inserimento nel territorio di attività potenzialmente idroinquinanti venga subordinato ad una verifica della compatibilità delle stesse dal punto di vista idrogeologico che indichi, se necessario, le modalità per il controllo e la gestione da seguire per evitare il degrado delle acque sotterranee.

## **7. CARTA DI SINTESI**

Sulla CARTA DI SINTESI (TAV.3), realizzata in scala 1:5000, sono rappresentati gli elementi più significativi tra quelli evidenziati nella fase di analisi.

In particolare si è ritenuto utile riportare in essa le zone che presentano maggiori vincoli in relazione al loro futuro sviluppo.

Detti vincoli possono derivare dalla presenza di strutture quali i pozzi dell'acquedotto comunale, che necessitano di adeguate fasce di rispetto per salvaguardare la qualità delle acque prelevate a scopo idropotabile (vedi par.6.5), oppure da situazioni di disagio legate alle periodiche esondazioni di corsi d'acqua, come nel caso di una piccola zona in località Caselle (descritta nel cap.3), ove sarebbe opportuno prendere adeguate misure atte a scongiurare il ripetersi in futuro di tali fenomeni.

Si è inteso altresì individuare un'area che presenta una vocazione tipicamente agricola e che, anche in considerazione della presenza di ambienti interessanti dal punto di vista naturalistico quali i fontanili, merita una particolare tutela. Per una maggiore descrizione di questa area si rimanda al prossimo capitolo.

Inoltre sono stati indicati i tratti di corsi d'acqua che presentano aspetti naturalistici, ed in particolare vegetazionali, di un certo pregio, nel contesto di un paesaggio già notevolmente urbanizzato. Per quanto riguarda i fontanili (descritti nel par.3.2) si segnala l'interesse naturalistico di quelli situati nel settore meridionale del territorio comunale, a sud della località Aspes. Infatti quelli appartenenti all'Allevamento Naviglio presentano sponde artificiali e di conseguenza possiedono una minore valenza ambientale, così come quelli situati all'interno dell'area Ferdofin che presentano elementi di grave degrado.

Si è ritenuto importante segnalare anche le situazioni di particolare inquinamento delle acque dei corsi d'acqua presenti sul territorio comunale, per l'incidenza che esse possono avere sulla qualità dell'ambiente. Queste situazioni possono influire anche sulla qualità delle acque sotterranee, data la vicinanza della falda al piano campagna e la scarsa protezione dell'acquifero.

## **8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

Lo studio condotto sul territorio del comune di S. Zeno Naviglio ha evidenziato una sostanziale uniformità per quanto riguarda le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche.

All'interno di questo contesto sono state comunque distinte alcune aree che presentano una differente sensibilità nei confronti delle problematiche geologiche e idrogeologiche; esse sono state riportate anche nella Carta di sintesi (TAV.3) precedentemente descritta.

Sulla base delle limitazioni di tipo geologico presenti, il territorio è stato suddiviso in quattro classi di fattibilità geologica degli interventi, così come previsto dalla Deliberazione della giunta regionale del 18 maggio 1993 - n. 5/36147.

E' stata così prodotta la CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO in scala 1:5.000 (TAV.4)

I fattori che hanno condotto alla classificazione del territorio di S. Zeno Naviglio sono i seguenti:

- grado di vulnerabilità delle acque sotterranee nei confronti dell'inquinamento e presenza di fonti di approvvigionamento idropotabile;
- presenza di elementi idrogeologici, geomorfologici e vegetazionali di interesse naturalistico-paesaggistico.
- presenza di situazioni di pericolo legate a esondazione dei corsi d'acqua;

Non sono state inserite aree nella CLASSE 1, di fattibilità senza particolari limitazioni, poiché in tutto il territorio comunale le acque sotterranee sono particolarmente vulnerabili.

### **CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI.**

In questa classe è inclusa la maggior parte del territorio comunale. Si tratta di aree pianeggianti, per le quali non sono emerse particolari controindicazioni di carattere geologico e geomorfologico.

Le limitazioni derivano dalla elevata vulnerabilità della falda idrica che ha una soggiacenza sempre inferiore a 5 metri e che in alcune zone nel settore meridionale giunge a soli 2-2,5 metri dal piano campagna. Ciò

determina la necessità di controlli su tutte le attività potenzialmente inquinanti già presenti o che si prevede vengano realizzate sul territorio comunale.

Si raccomanda quindi che l'inserimento nel territorio di tali attività venga subordinato ad una verifica della compatibilità delle stesse dal punto di vista idrogeologico che indichi, se necessario, le modalità per il controllo e la gestione da seguire per evitare il degrado delle acque sotterranee.

### **CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.**

Comprende zone per le quali lo studio ha evidenziato consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso, per la vicinanza dei pozzi che alimentano l'acquedotto comunale, per il particolare interesse paesaggistico o per la vicinanza con corsi d'acqua che possono creare allagamenti in occasione di eventi di piena.

#### **3a - Fasce di rispetto dei pozzi due comunali.**

Le fasce di rispetto dei pozzi comunali sono state delimitate con il metodo geometrico, in osservanza alle norme previste dal D.P.R. 236/88.

Al loro interno il DPR 236/88 prevede limitazioni e divieti per l'inserimento di nuove attività. Le attività già esistenti potenzialmente inquinanti devono essere controllate ed eventualmente regolamentate.

#### **3b - Aree agricole di interesse paesaggistico - zona dei fontanili.**

In questa classe è stata inserita un'area situata nei dintorni di località Aspes, ad evidente vocazione agricola e caratterizzata dalla concentrazione dei fontanili che emergono nell'estremo lembo meridionale del territorio comunale. I fontanili danno origine ad una rete idrografica piuttosto fitta, i cui percorsi sono evidenziati dalla vegetazione arborea e arbustiva, che costituisce un importante elemento strutturale del paesaggio.

L'area di emergenza dei fontanili continua verso sud nel territorio di Poncarale, dove l'attuale strumento urbanistico prevede un'area agricola di salvaguardia collegata al M.Netto. Di conseguenza l'area classificata come 3b nel presente lavoro verrebbe a far parte di un sistema più ampio.

La presenza dei fontanili evidenzia i valori particolarmente esigui di soggiacenza della falda idrica sotterranea (2-2,5 m) che obbligano ad

una grande attenzione verso le attività attualmente presenti o previste in futuro in questo settore, onde evitare la possibile contaminazione della falda che risulta essere ampiamente sfruttata per l'approvvigionamento di acque a scopo idropotabile sia nel territorio comunale (pozzi siti in località Aspes), sia nel territorio di Poncarale situato a valle dal punto di vista della direzione della falda.

Dato il valore paesaggistico-naturalistico di questa area gli interventi, laddove previsti, dovranno essere inseriti in modo armonico nel contesto ambientale.

### **3c - Area periodicamente allagata.**

L'area é sita in località Caselle, lungo via XXV Aprile. I disagi sono localizzati in una zona piuttosto limitata che si presenta morfologicamente ribassata rispetto ai settori circostanti. I lavori di intubazione che hanno interessato il vicino torrente Biocco e l'urbanizzazione delle zone circostanti hanno creato limitazioni al libero deflusso delle acque. Durante eventi di piena esse fuoriescono lungo la zona di via XXV aprile indicata nella carta poiché essa si presenta più ribassata della restante parte dell'area.

Una soluzione al problema deve prevedere una modifica delle vie di deflusso delle acque con il ripristino del collegamento che un tempo esisteva tra il torrente Biocco ed il canale che ora è separato da esso dalla continuazione verso sud di via XXV Aprile, oltre ad un'opera sistematica di pulizia del tratto di corso d'acqua interessato.

I problemi di esondazione, infatti, vengono amplificati dal cattivo stato delle sponde del torrente nel settore immediatamente a valle della zona periodicamente allagata. Poco prima che le acque vengano incanalate nella tubazione posta sotto alla zona residenziale, esse scorrono a ridosso di accumuli di materiali di scarto che, in occasione di eventi di piena, possono venire facilmente trascinati via dalla corrente ostruendo parte del canale ed in particolare il tratto dove esso scorre intubato diminuendo ancor più la sezione di deflusso.

## **CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI.**

### **4 - Zone di rispetto dei corsi d'acqua principali e dei fontanili**

Vengono incluse in questa classe le fasce di rispetto dei fontanili compresi nella zona a Sud di località Aspes (classe 3b) e dei corsi

d'acqua più significativi che attraversano il territorio comunale (Seriola Molinera, Naviglio Inferiore, Seriola Garza).

Non si è ritenuto di inserire in questa classe il gruppo di fontanili situato all'interno della proprietà dell'Azienda Agricola Naviglio, in quanto presentano il fondo e parte delle sponde in cemento.

Per il Naviglio Inferiore si è considerato un limite di rispetto di almeno 20 m dalle sponde nel tratto settentrionale, fino all'abitato di S.Zeno, in corrispondenza del quale la fascia si restringe a 10 m, per poi aumentare a 35 m lungo il tratto parallelo alla Strada Statale 45 bis-Gardesana Occidentale. Laddove al Naviglio si affiancano altri canali, la fascia di rispetto si allarga in modo da contenerli ed il limite si mantiene ad almeno 10 m dalle loro sponde.

Anche per quanto riguarda la Molinera il limite della zona di rispetto si mantiene almeno a 20 m dalle sponde di questo corso d'acqua e comunque a 10 m dalle sponde dei canali ad essa affiancati.

Per la Seriola Garza si è ritenuto opportuno considerare un limite di 10 m dalle sponde lungo tutto il tratto situato a monte della località Aspes e di 20 m lungo il tratto situato a sud della suddetta località, dove la seriola aumenta le sue acque grazie all'apporto dei fontanili.

Lungo le teste e le aste dei fontanili il limite è ancora di 20 m.

I fontanili possiedono un interesse paesaggistico e naturalistico, poiché questi ambienti assicurano la presenza di acque con condizioni fisiche e chimiche costanti. Questa peculiarità permette lo sviluppo di associazioni vegetali ed animali tipiche ed esclusive che meritano di essere salvaguardate. Inoltre rappresentano un'importante testimonianza storica di un antico metodo agricolo di sfruttamento razionale dell'acqua.

Per la definizione degli interventi ammissibili in questa classe, interventi che devono comunque essere finalizzati alla salvaguardia dei corsi d'acqua e dei fontanili, si rimanda alla normativa di piano.

## **9. CONCLUSIONI**

Il territorio di S.Zeno Naviglio è ubicato al limite tra l'ampio e piatto conoide che il F.Mella ha depositato al suo sbocco in pianura e i depositi fluvioglaciali trasportati dalle acque di scioglimento della lingua del ghiacciaio benacense.

Nella morfologia della superficie topografica si leggono ancora le antiche vie di deflusso delle acque che risultano leggermente depresse rispetto al resto del territorio. Alcune di queste depressioni allungate sono ancora oggi percorse dai corsi d'acqua.

La rete idrografica costituisce un importante elemento strutturale del paesaggio, anche perché i percorsi delle acque sono spesso evidenziati dalla vegetazione arborea e arbustiva. Infatti l'utilizzo agricolo del territorio ha determinato una progressiva rarefazione delle formazioni boscate che assumono l'aspetto di sottili strisce costituite da alberi e arbusti, sviluppate lungo i principali corsi d'acqua. Queste formazioni raggiungono una certa consistenza in alcune aree poco accessibili o comunque non coltivabili, spesso incluse tra due vasi irrigui affiancati, come in alcuni tratti situati lungo il Naviglio Inferiore e lungo la Seriola Molinera.

Particolare rilevanza dal punto di vista ambientale e paesaggistico è rappresentata dai fontanili che emergono nel settore centrale e in quello meridionale del territorio comunale, in particolare da quelli situati a sud della località Aspes che presentano una condizione ambientale abbastanza buona. Tali biotopi meritano di essere tutelati e valorizzati, eventualmente nell'ambito di iniziative di salvaguardia che includano anche i fontanili situati in comune di Poncarale.

I fontanili costituiscono inoltre punti di emergenza della falda acquifera e di conseguenza amplificano localmente la vulnerabilità delle acque sotterranee che possono entrare direttamente in contatto con eventuali inquinanti. E' necessario quindi proteggere la qualità delle acque di questi peculiari ambienti. In particolare presentano un alto rischio i fontanili situati all'interno dell'area di proprietà della società Ferdofin Acciaierie Bresciane; nella testa del fontanile n.10 è presente lo scarico di una fognatura proveniente dalla zona industriale S. Zeno 2 che genera un forte inquinamento delle acque presenti nella testa stessa.

La tutela delle acque dei fontanili e comunque dei corsi d'acqua in generale è di estrema importanza, in quanto la falda acquifera, captata a

scopo idropotabile dai pozzi situati nel territorio di S.Zeno e, più a sud, di Poncarale, non è sufficientemente protetta, poiché i livelli argillosi o limosi presenti all'interno dei depositi ghiaioso-sabbiosi non possiedono una continuità tale da separare acquiferi differenti.

In tutto il territorio di S.Zeno la vulnerabilità della falda acquifera varia da alta a molto alta; è indispensabile quindi che la realizzazione di interventi potenzialmente idroinquinanti venga subordinata ai risultati di un'analisi della compatibilità dell'intervento con le caratteristiche idrogeologiche del territorio.



Tale falda freatica, nonostante l'alto grado di vulnerabilità, presenta caratteristiche chimiche e batteriologiche globalmente abbastanza buone e quindi, considerata anche la buona potenzialità, costituisce una preziosa risorsa, non solo per il comune di S.Zeno, ma anche per quelli situati più a sud.

Dal punto di vista geologico sono presenti depositi fluvioglaciali e fluviali di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa. Nel settore occidentale del territorio comunale i depositi contengono intercalazioni argillose o limose e le caratteristiche geotecniche dei terreni possono essere localmente piuttosto scadenti. Queste ultime sono invece generalmente buone nel settore orientale.

Si raccomanda comunque che su tutto il territorio comunale gli interventi contemplati dal P.R.G. siano preceduti da adeguate indagini geologiche di dettaglio, come previsto dal D.M. Lavori Pubblici del 11.03.1988.

Brescia, 20 aprile 1995

Dott. Geol. LAURA ZIDANIANI  
  


Dott. Geol. MAURO SCOVOLI  
  


## **STRATIGRAFIE DEI POZZI**

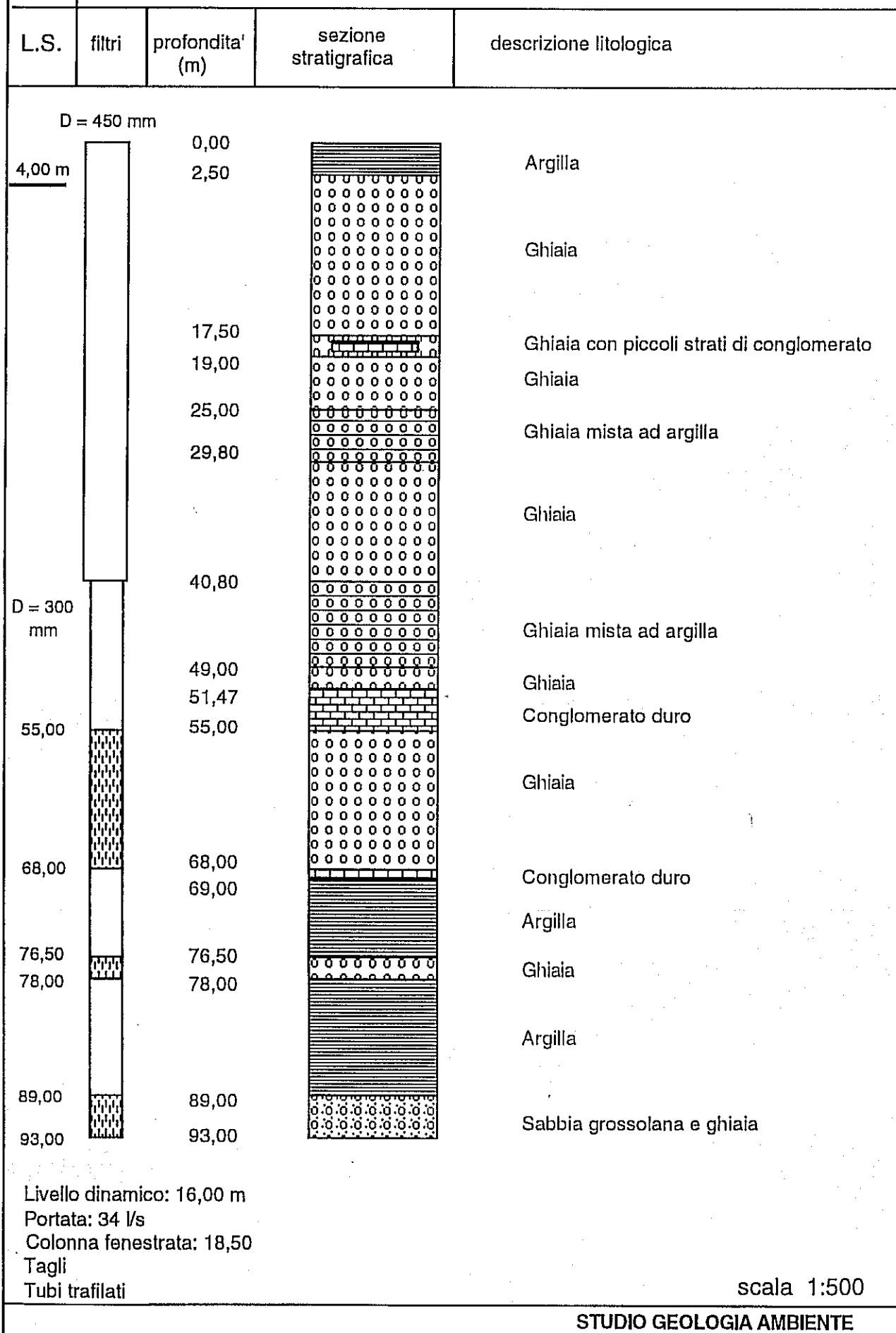
- 1 - Comunale (San Zeno Naviglio)
- 2 - Comunale (San Zeno Naviglio)
- 6d - Acciaierie Ferdofin (San Zeno Naviglio)
- 9 - Consorzio Vaso Serioletto (San Zeno Naviglio)
- 10 - Ditta Zani Irene in Stefana (San Zeno Naviglio)
- B1 - Comunale (Borgosatollo)
- B2 - Consorzio Roggia Motella (Borgosatollo)
- B3 - Consorzio Fontana Spino (Borgosatollo)
- P3 - Impresa Donati (Poncarale)
- FL1 - Consorzio Irriguo di Flero ( Flero)
- FO1 - Azienda Servizi Municipalizzati di Brescia (Folzano)

1

COMUNE : SAN ZENO NAVIGLIO  
 PROP. : COMUNALE - Via Cavour

DITTA PERFORATRICE: F.lli BASSI

DATA: Agosto 1973



2

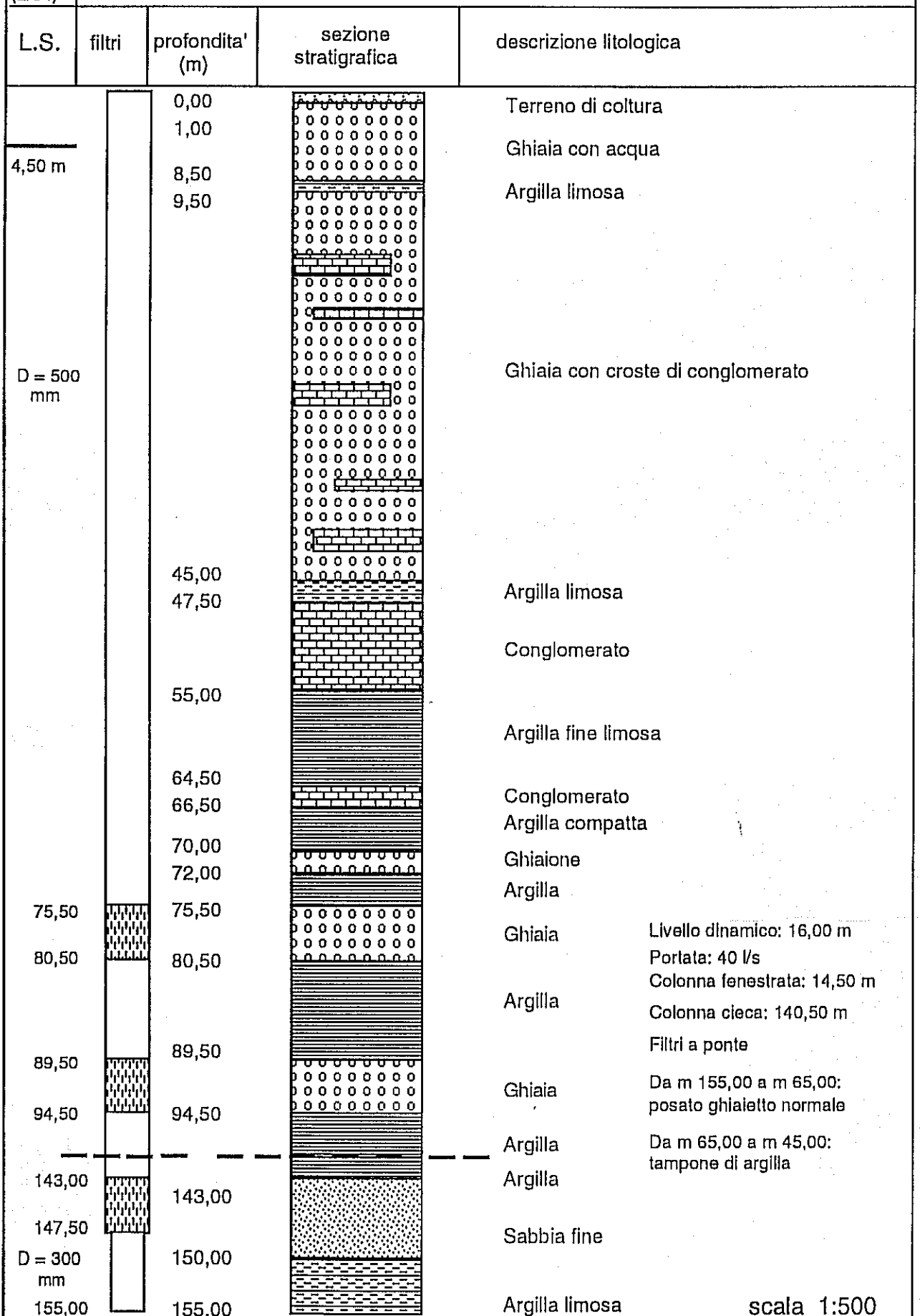
COMUNE : SAN ZENO NAVIGLIO - Via Puccini

DATA: Febbraio 1984

(2/84)

PROP. : COMUNALE

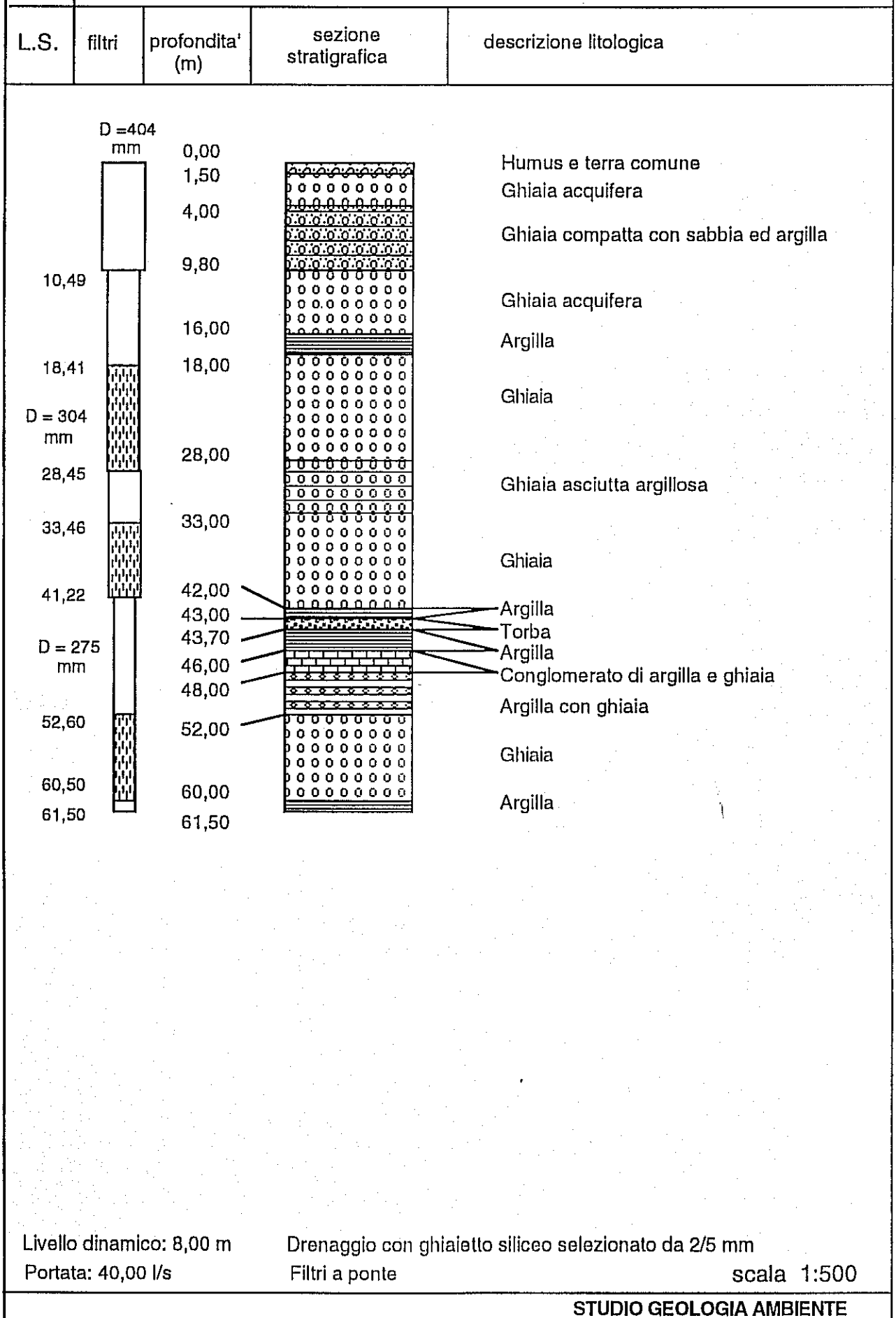
Ditta perforatrice: F.lli Bassi



**6d**

COMUNE : SAN ZENO NAVIGLIO

PROP. : ACCIAIERIE FERDOFIN



9

COMUNE : SAN ZENO NAVIGLIO

DITTA PERFORATRICE: ITA

PROP. : CONSORZIO VASO SERIOLETTO

DATA: 1951

L.S.	filtri	profondita' (m)	sezione stratigrafica	descrizione litologica
		0,00		Terriccio
		3,00		Ghiaia pulita
		18,00		Argilla
		19,00		Ghiaia pulita
		23,00		Ghiaia luttosa e strati di argilla
		28,00		Ghiaia pulita
		33,00		Argilla
		34,00		Strati di ghiaia e conglomerato
		42,00		Argille varie
		60,50		Ghiaia
		64,50		Argilla compatta
		86,00		Sabbia con acqua risalente
		86,50		Argilla
		90,50		Ghiaia e sabbia
		96,00		Argilla cenere
		97,00		

Livello dinamico: 2 m

scala 1:500

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

10

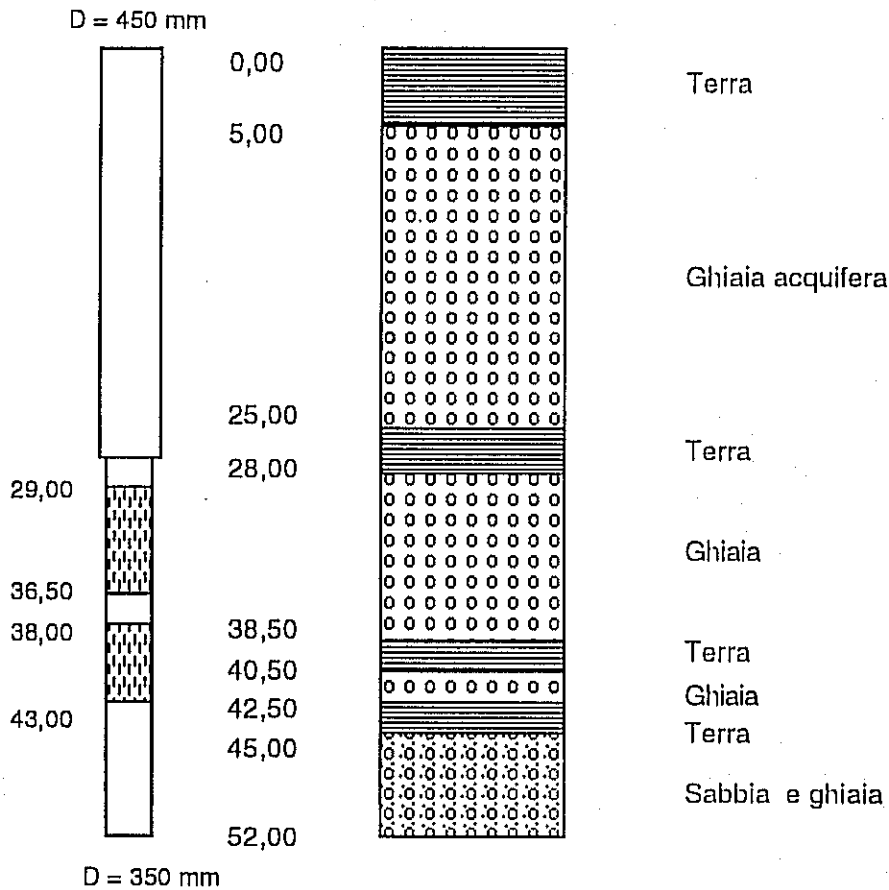
COMUNE : SAN ZENO NAVIGLIO

DITTA PERFORATRICE:ITA

PROP. : DITTA ZANI IRENE in STEFANA

DATA: 1968

L.S.	filtri	profondita' (m)	sezione stratigrafica	descrizione litologica
------	--------	-----------------	-----------------------	------------------------



PORTATA: 20 l/s

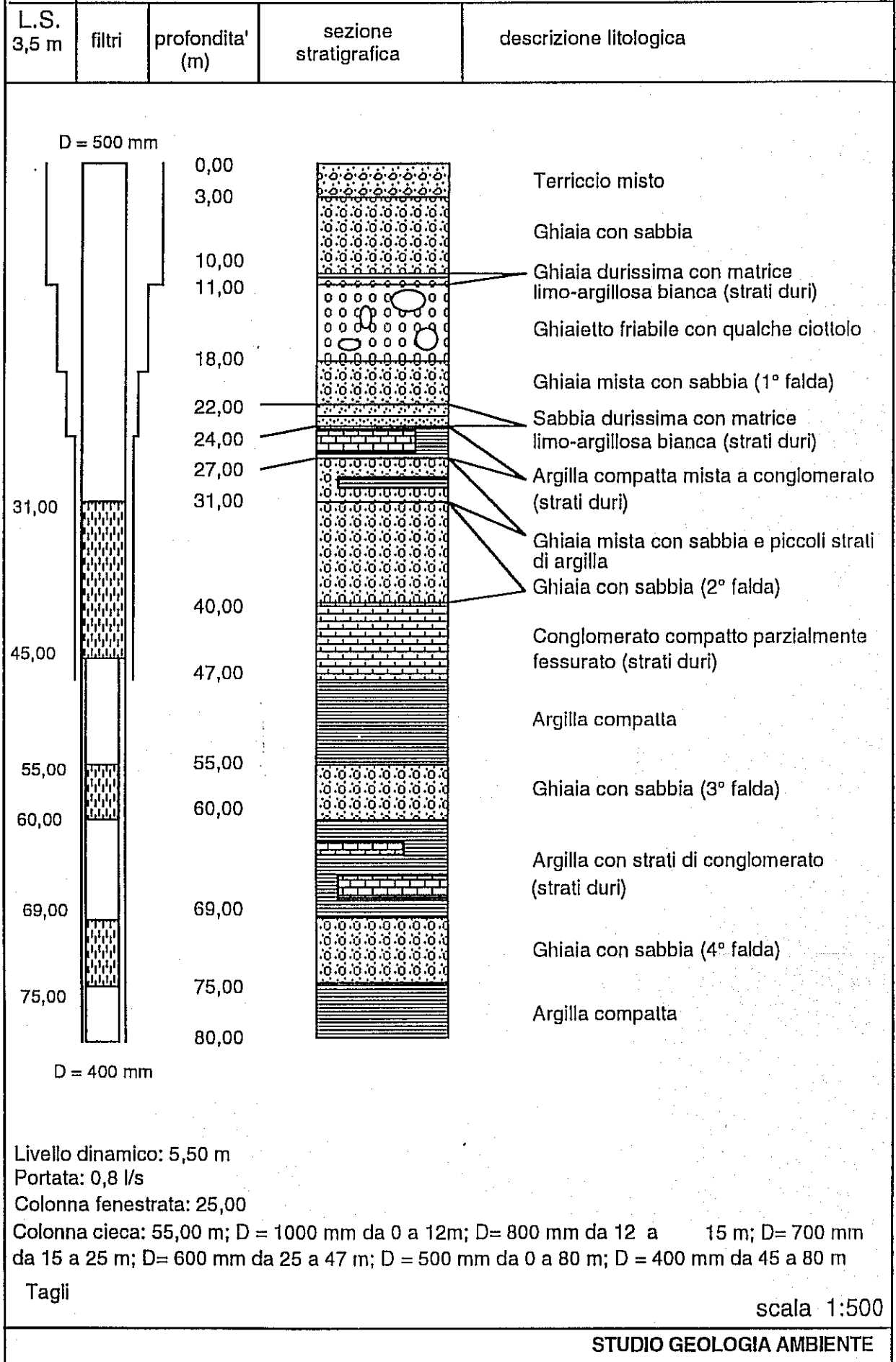
scala 1:500

**B1****COMUNE : BORGOSATOLLO**

DITTA PERFORATRICE: F.lli BASSI

**PROP. : COMUNALE - PIFFIONE**

DATA: 9-10/71



**B2**

COMUNE : BORGOSATOLLO

PROP. : CONSORZIO ROGGIA MOTELLA

L.S.	filtri	profondita' (m)	sezione stratigrafica	descrizione litologica
		0,00		Terreno vegetale
		0,60		Ghiaia e sabbia
		24,80		Argilla con livello sabbioso a 25,30 m
		25,70		Argilla cenere e conglomerato
		27,10		Ghiaia e sabbia melmosa
		34,00		Argilla gialla
		36,00		Sabbia fine
		37,00		Ghiaia e sabbia grossa
		45,30		Ghiaia e sabbia con acqua
		46,60		Argilla plastica gialla
		49,20		Sabbia e ghiaia con acqua
		51,30		Argilla plastica
		52,00		Ghiaia e sabbia con acqua
		52,60		Argilla scura mista a gialla
		56,00		Ghiaia e sabbia
		65,00		Sabbia compatta e conglomerato
		67,00		

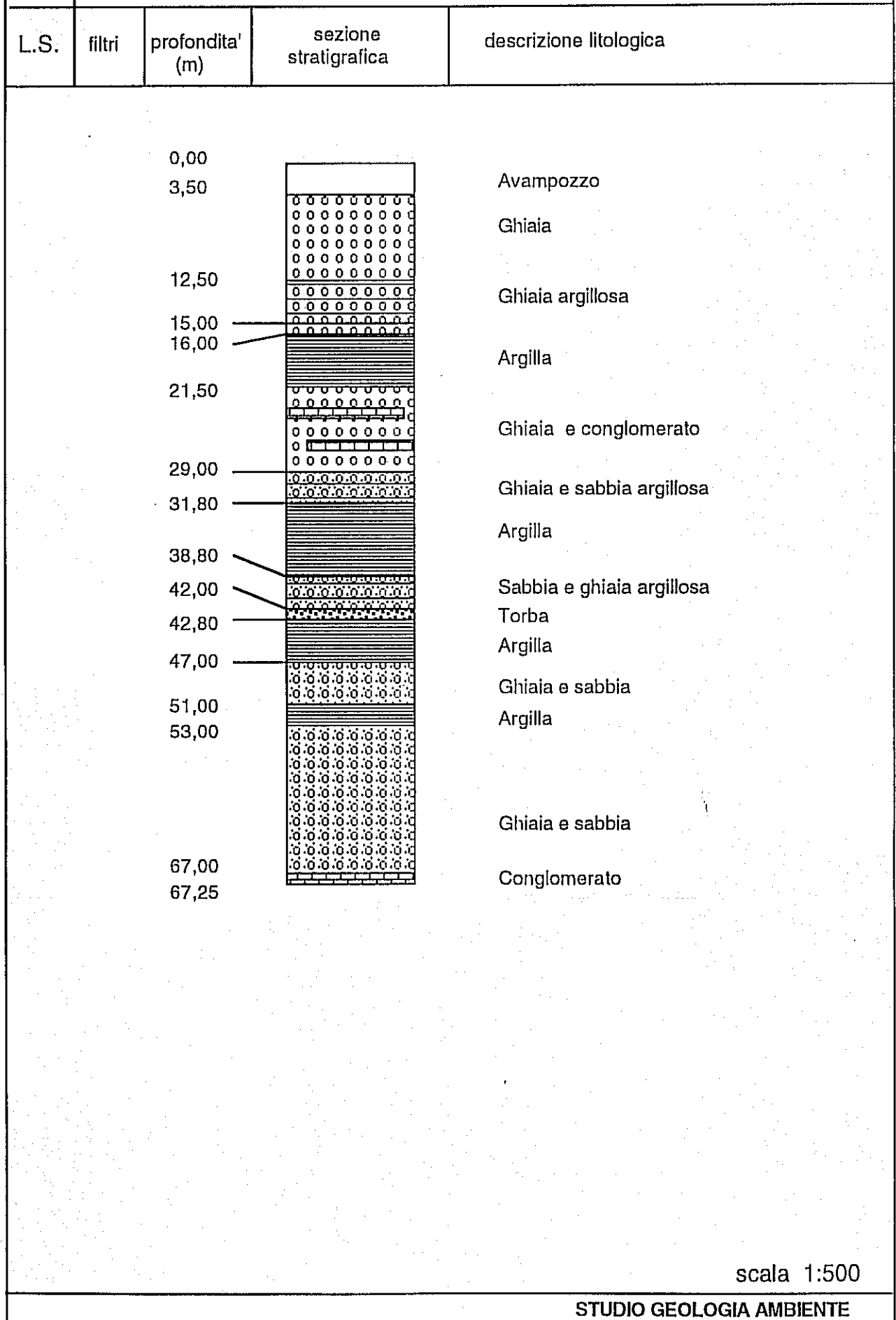
scala 1:500

**B3**

COMUNE : BORGOSATOLLO - Località Sorec

PROP. : CONSORZIO FONTANA SPINO

DATA: 1957



scala 1:500

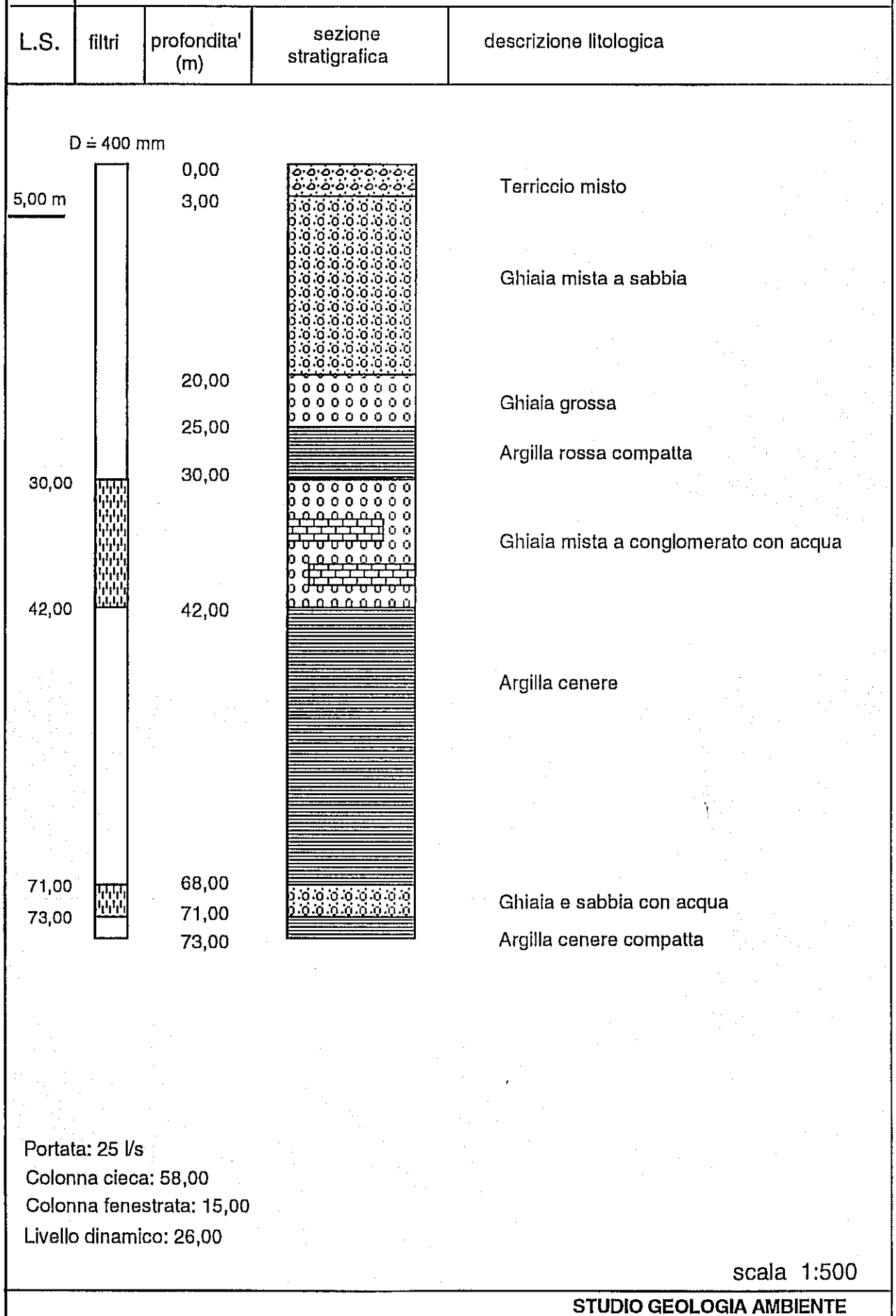
STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

**P3****COMUNE : PONCARALE LOC. CHIAVICHE**

DITTA PERFORATRICE: F.lli BASSI

**PROP. : IMPRESA DONATI**

DATA: 1972



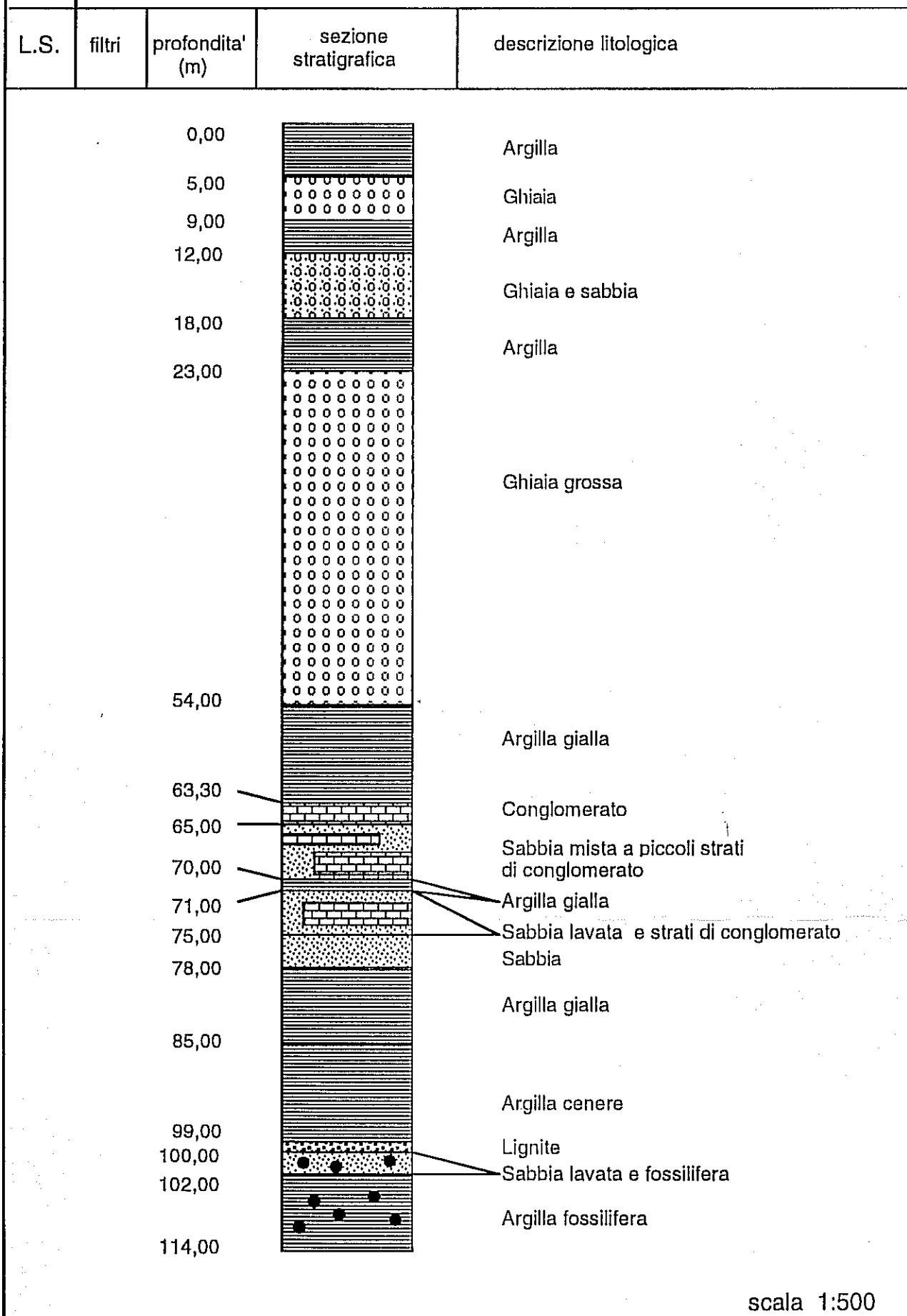
**FL  
1**

COMUNE : FLERO

DITTA PERFORATRICE: DELLA TORRE

PROP. : CONSORZIO IRRIGUO DI FLERO

DATA: 1954



scala 1:500

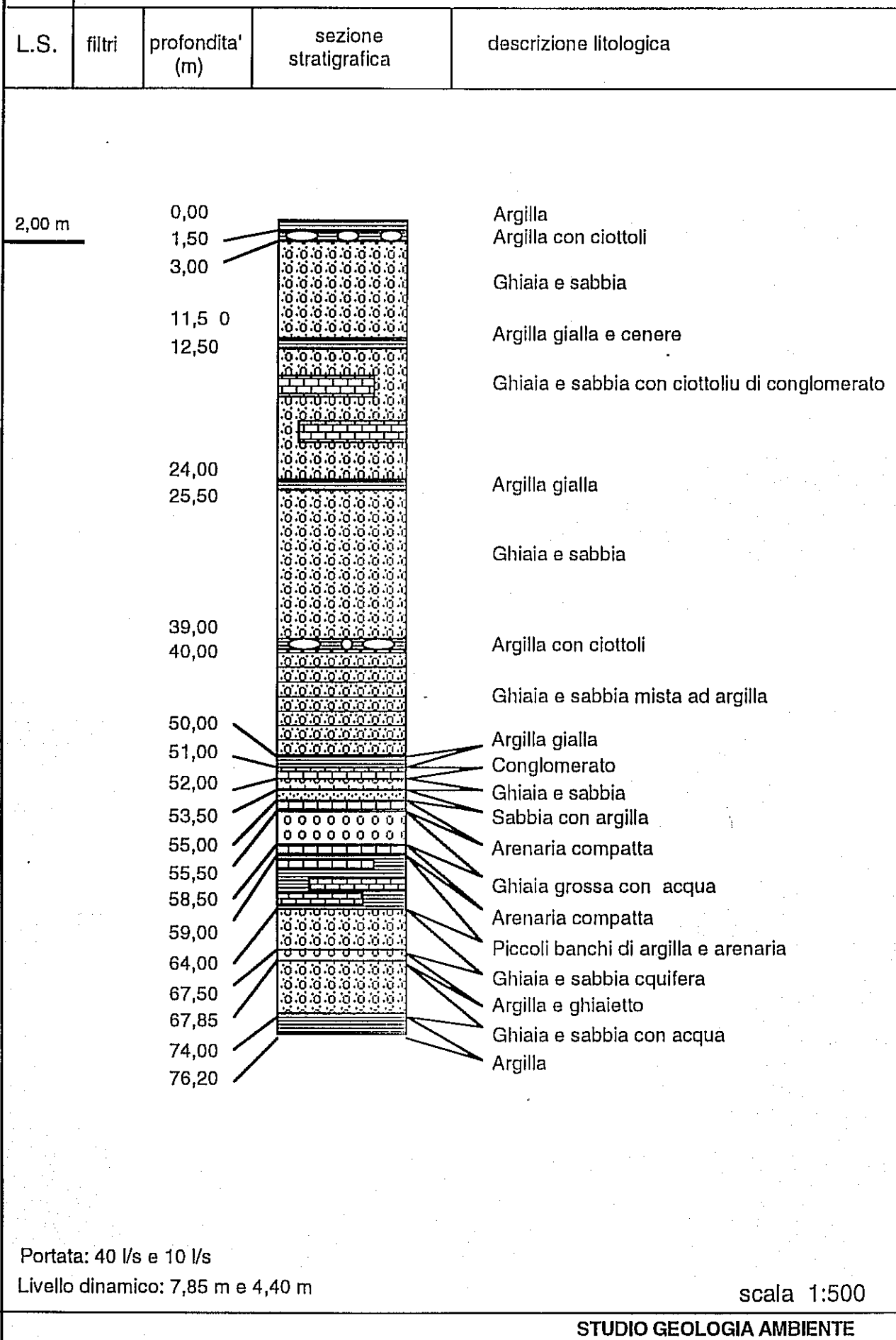
**FO  
1**

COMUNE : FOLZANO

PROP. : A.S.M. (Bs)

DITTA PERFORATRICE: TECNODRILL

DATA: 1956



Nome Fontanile: Aspes sud

Nr. di riferimento: 1

Comune: S. Zeno Naviglio

Ubicazione: sulla strada campestre che parte poco prima di località Aspes e si dirige verso sud. Dopo circa 1 km, dopo una svolta a sinistra.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 98,7 m s.l.m.

Profondità fondo: 2,20 (N)-1,80 (S)

Superficie approx. della testa: 280 mq

Forma della testa: doppia testa lineare

Caratteristiche della testa: Serie di 19 tubi infissi al centro del canale. Il braccio verso est era in origine più lungo di circa 100 m. Ora quella zona è completamente ricoperta da un canneto.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: tubi in ferro con diametro pari a 6 cm.

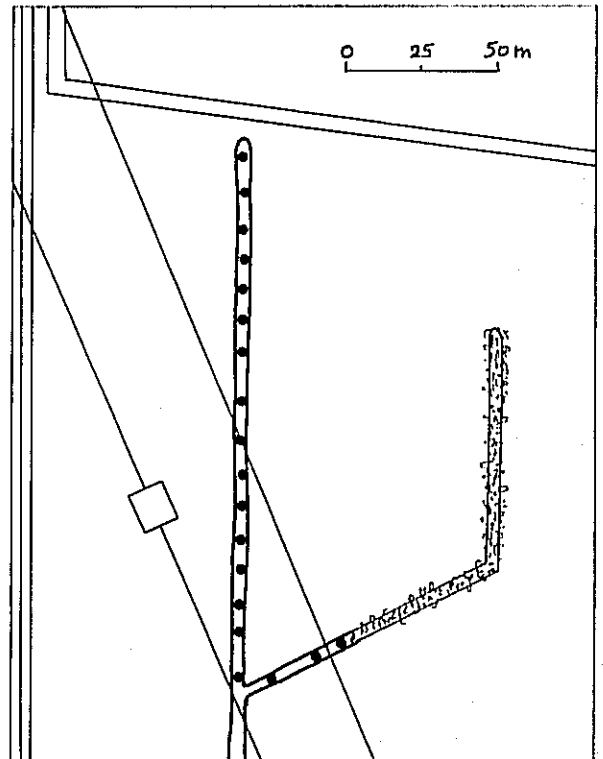
Manutenzione e pulizia fontanile: viene probabilmente effettuata una manutenzione saltuarla.

Presenza di rifiuti: no

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: Le sponde erbose sono ricoperte soltanto da piccoli arbusti a ceppaia. Fitta vegetazione acquatica nel braccio ad est.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Berteroni Sera

Nr. di riferimento: 2

Comune: S. Zeno Naviglio

Ubicazione: 300 m ad ovest di  
Berteroni Sera.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 98.7 m s.l.m.

Profondità fondo: 1,80 m

Superficie approx. della testa: 80 mq

Forma della testa: lineare

Caratteristiche della testa: 4 emergenze nel primo tratto. Probabilmente  
il fontanile proseguiva verso est e verso sud, dove ora il canale  
risulta completamente occupato dalla vegetazione.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 4 tubi in ferro con diametro pari a 6 cm.

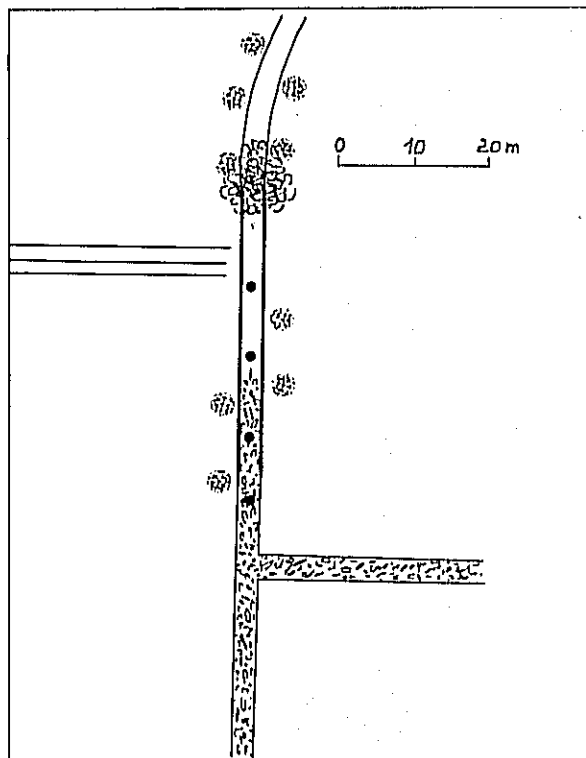
Manutenzione e pulizia fontanile: no.

Presenza di rifiuti: no.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: Sponde erbose con ceppaie di platano. Vegetazione  
acquatica molto sviluppata che ha occupato gran parte dell'alveo.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Seriola Garza

Nr. di riferimento: 3

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: a partire da località Aspès  
lungo tutto il corso della seriola  
per circa 600 metri.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 102 m (N)- 99 (S)

Profondità fondo: 3,3 m

Superficie approx. della testa: 1800 mq

Forma della testa: a geometria composta.

Caratteristiche della testa: E' formata da un elevato numero di tubi posti ai due  
lati della seriola. Ha inizio in corrispondenza di una cascatella con alveo  
artificializzato ove si ha un dislivello tra monte e valle di circa 1,5 metri.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 68 circa, in ferro con diametro di circa 6 cm.

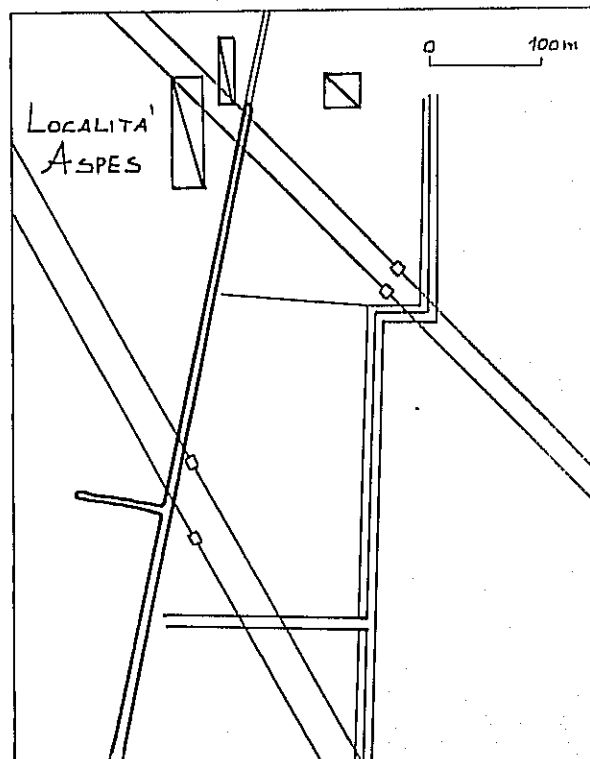
Manutenzione e pulizia fontanile: alveo e sponde ben pulite tranne nella parte più  
vicina all'abitato.

Presenza di rifiuti: materiali di scarto plastici e ferrosi verso nord, in  
corrispondenza dell'abitato dell'Aspès.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: platani e robinie sulle sponde prevalentemente erbose,  
a tratti coperte da roveti.

Osservazioni aggiuntive: la fuoriuscita d'acqua è continua nel corso dell'anno.  
Recentemente sono stati aggiunti 8-10 tubi nuovi verso nord.



Nome Fontanile: C.na dell'Ora

Nr. di riferimento: 4

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: alla confluenza tra la  
Seriola Garza ed un canale proveniente  
da est, che segna il confine  
comunale tra S. Zeno Naviglio e  
Poncarale.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 98 m s.l.m.

Profondità fondo: 2 m

Superficie approx. della testa: 50 mq

Forma della testa: lineare.

Caratteristiche della testa: è formata da 8 tubi infissi al centro dell'alveo.  
Il fondo dell'alveo e le sponde sono ben pulite.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 8 tubi in ferro posti al centro del canale.  
Diametro 6 cm.

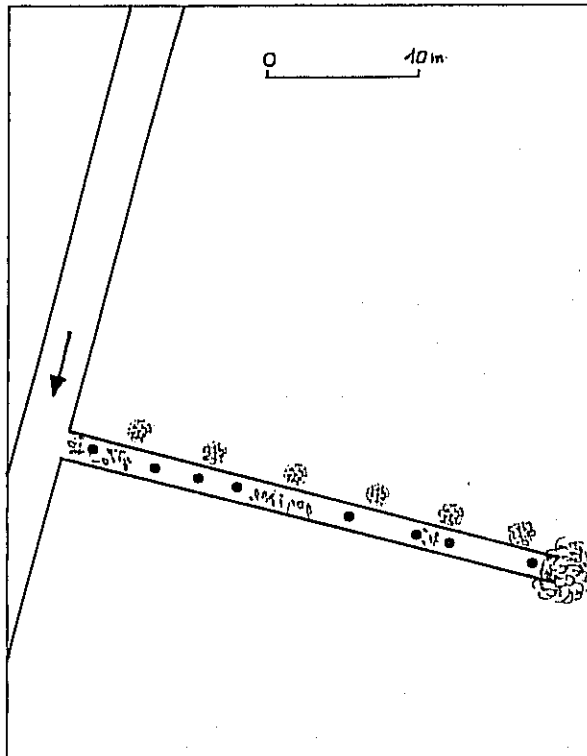
Manutenzione e pulizia fontanile: sì.

Presenza di rifiuti: no

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: platani e robinie sulla sponda nord.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Allev. Naviglio 1

Nr. di riferimento: 5

Comune: S. Zeno Naviglio

Ubicazione: all'interno della cascina dell'Allev. Naviglio, situata a sud-est dell'abitato di S. Zeno.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 107.2 m s.l.m.

Profondità fondo: 4,5 m

Superficie approx. della testa: 370 mq

Forma della testa: lineare

Caratteristiche della testa: sponde completamente artificializzate per attrezzare il fontanile in funzione di un allevamento ittico. Il progetto non è poi stato completato per difficoltà di ordine tecnico durante la realizzazione delle vasche.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 26 tubi metallici infissi al centro del canale, Profondità 4-6 metri rispetto all'alveo.

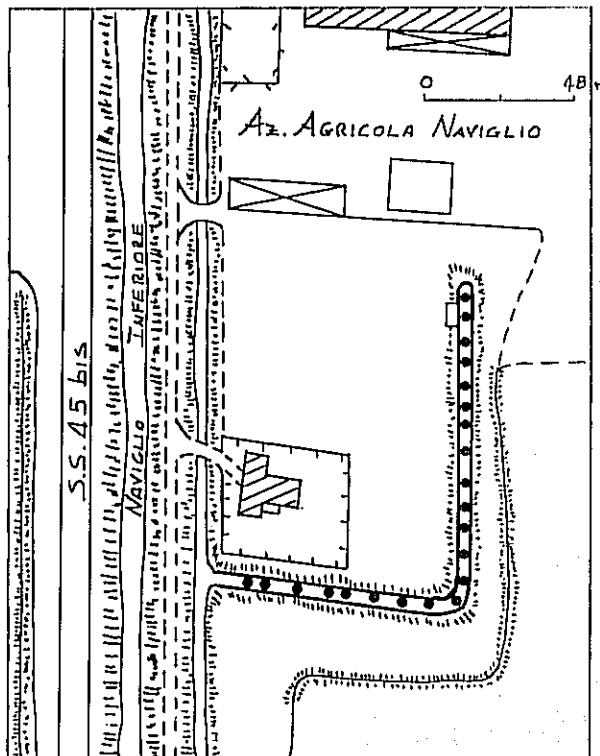
Manutenzione e pulizia fontanile: sì.

Presenza di rifiuti: no.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: sponde erbose prive di vegetazione arbustiva, Scarsa vegetazione acquatica sul fondo del canale.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Allev. Naviglio 2

Nr. di riferimento: 6

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: 150 metri a sud della cascina dell'Allev. Naviglio.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 107,4 m s.l.m.

Profondità fondo: 4 m

Superficie approx. della testa: 50 mq

Forma della testa: lineare.

Caratteristiche della testa: Sponde artificializzate per consentire lo sviluppo di un allevamento ittico. Il fontanile è quasi estinto e le bocche hanno portate basse. Ciò potrebbe essere dovuto all'esecuzione di uno scavo a fianco della testa che ha raggiunto una profondità di circa 4 m da p.c.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 3 tubi infissi a portata medio-bassa.

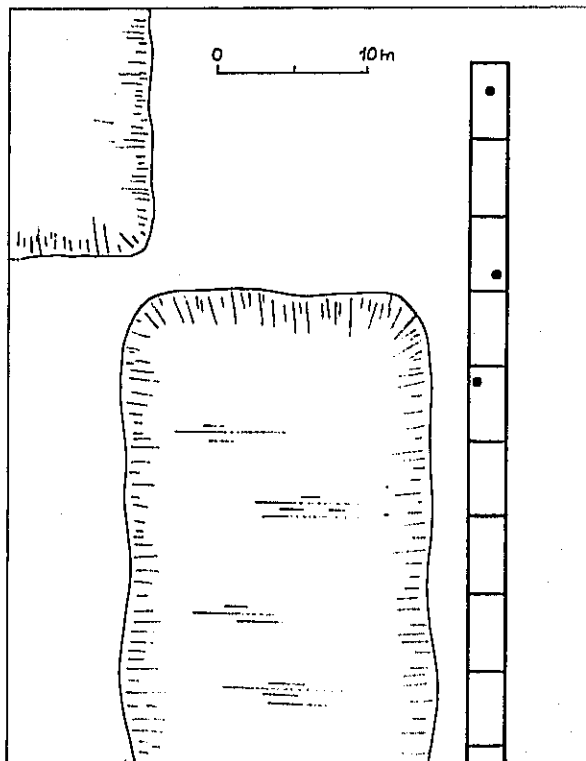
Manutenzione e pulizia fontanile: sì

Presenza di rifiuti: no.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: sponde erbose prive di vegetazione arbustive con alcune sterpaglie.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Allev. Naviglio 3

Nr. di riferimento: 7

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: all'ingresso della cascina,  
a partire dal ponticello che la collega  
con la S.S. 45 bis.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 108,8 m s.l.m.

Profondità fondo: 4 m

Superficie approx. della testa: 180 mq.

Forma della testa: lineare.

Caratteristiche della testa: sponde artificializzate come per i fontanili nr. 6 e 7,  
ma con sponde più alte (2,5 - 3 m).

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 6 tubi metallici con portata medio-bassa.

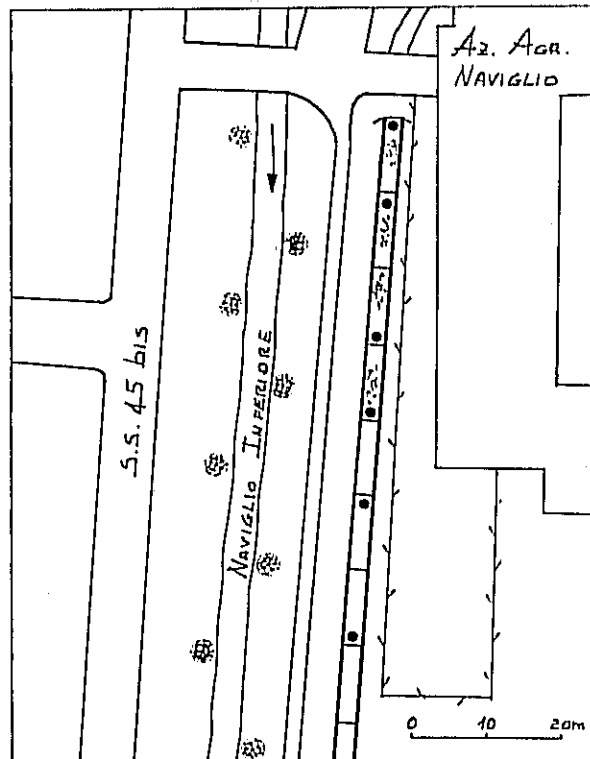
Manutenzione e pulizia fontanile: parziale.

Presenza di rifiuti: no.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: alghe sul fondo nei primi 30 metri. sponde artificiali.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Ferrovia

Nr. di riferimento: 8

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: 300 metri a SW  
della parte meridionale delle acciaierie  
Ferdofin, vicino alla linea ferroviaria  
Brescia-Cremona.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 101,2 m s.l.m.

Profondità fondo: 2,5 m

Superficie approx. della testa: 210 mq

Forma della testa: lineare.

Caratteristiche della testa: 13 tubi infissi con buona portata.  
Al fondo, sulla curva del canale, vi sono relitti di manufatti in legno.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: I tubi infissi non sono ben visibili dall'esterno.

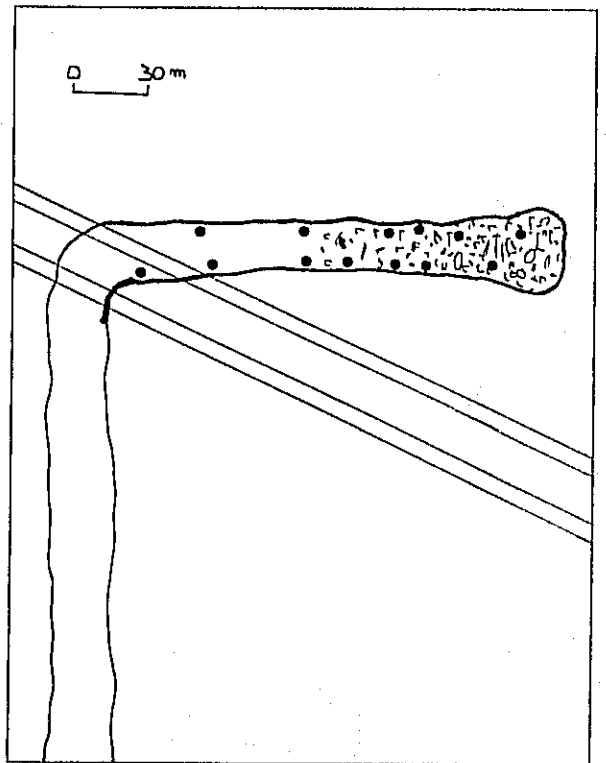
Manutenzione e pulizia fontanile: no.

Presenza di rifiuti: no.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: vegetazione acquatica molto sviluppata, soprattutto  
nei primi 50 metri. Sponde senza alberi.

Osservazioni aggiuntive:



Nome Fontanile: Ferdofin 1

Nr. di riferimento: 9

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: all'interno dell'area  
Ferdofin, nel settore  
centro-settentrionale.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 103 m s.l.m.

Profondità fondo: 3 m

Superficie approx. della testa: 150 mq.

Forma della testa: lobata.

Caratteristiche della testa: è limitata verso nord-ovest da un muro in cemento che è stato costruito recentemente in rispetto ai limiti originali del fontanile. L'alveo è ben pulito.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 21 tubi profondi circa 6 m, sporgenti per 40-50 cm dal fondo dell'alveo.

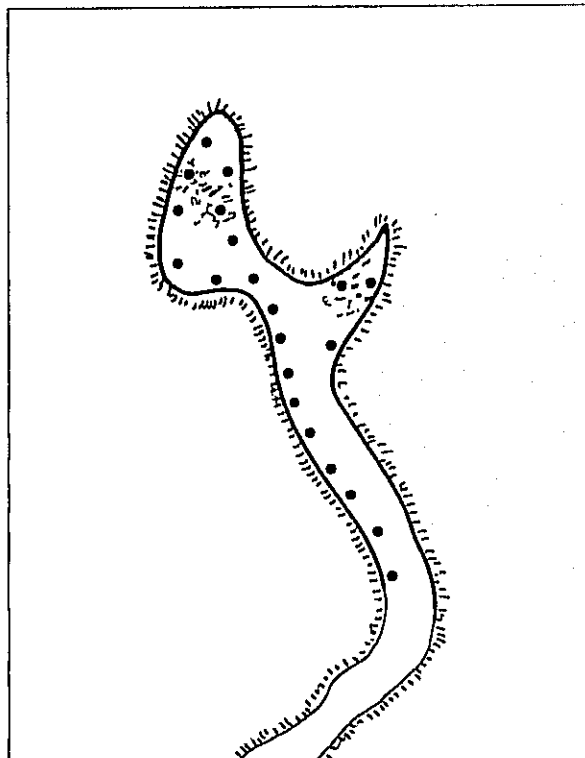
Manutenzione e pulizia fontanile: vengono effettuate saltuariamente operazioni di pulizia della testa del fontanile.

Presenza di rifiuti: sì; a ridosso delle sponde vi sono scarti di produzione.

Evidenze di inquinamento: no.

Presenza vegetazione: erbacea con pochi cespugli sulle sponde nelle immediate vicinanze della testa del fontanile.

Osservazioni aggiuntive: tutta la zona è circondata da un terrapieno costituito da materiali ferrosi di scarto.



Nome Fontanile: Ferdofin 2

Nr. di riferimento: 10

Comune: S. Zeno Naviglio.

Ubicazione: all'interno dell'area  
Ferdofin, nel settore settentrionale  
al confine con la zona industriale  
S. Zeno 2.

Descrizione del fontanile.

Quota p.c. circostante: 103 m s.l.m.

Profondità fondo: 3 m

Superficie approx. della testa: 200 mq.

Forma della testa: a goccia.

Caratteristiche della testa: è formata da due polle separate da un setto  
in cemento. Nel settore di sinistra c'è uno scarico fognario proveniente  
dalla zona industriale che determina un notevole inquinamento delle acque.  
Il settore di destra non sembra interessato dal fenomeno ed è caratterizzato  
da manufatti in legno a sostegno delle sponde.

Nr. e caratteristiche dei tubi infissi: 9 nella zona a destra e 10 a sinistra. Nel  
settore di destra, con acqua pulita, vegetazione acquatica attorno  
alle bocche.

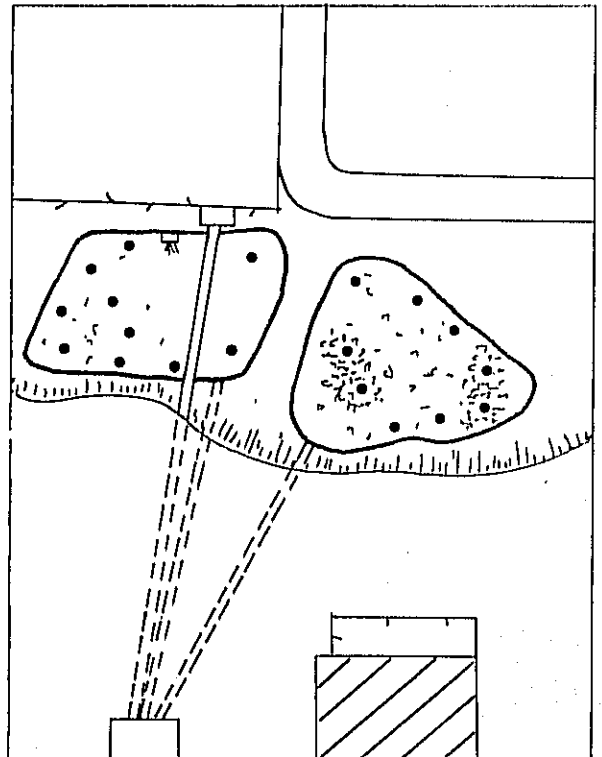
Manutenzione e pulizia fontanile: vengono effettuate saltuariamente  
operazioni di pulizia della testa del fontanile.

Presenza di rifiuti: no.

Evidenze di inquinamento: sì; il settore destro della testa presenta evidenti  
segni di inquinamento.

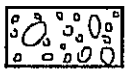
Presenza vegetazione: sponde erbose con alberi ad alto fusto.

Osservazioni aggiuntive:



## SEZIONI IDROGEOLOGICHE

### LEGENDA



Ghiaia e ciottoli



Sabbia



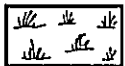
Argilla



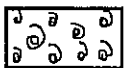
Conglomerato



Arenaria



Torba e lignite



Fossili



Pozzi e filtri

N

Caselle

SS.45bis

9

2

1

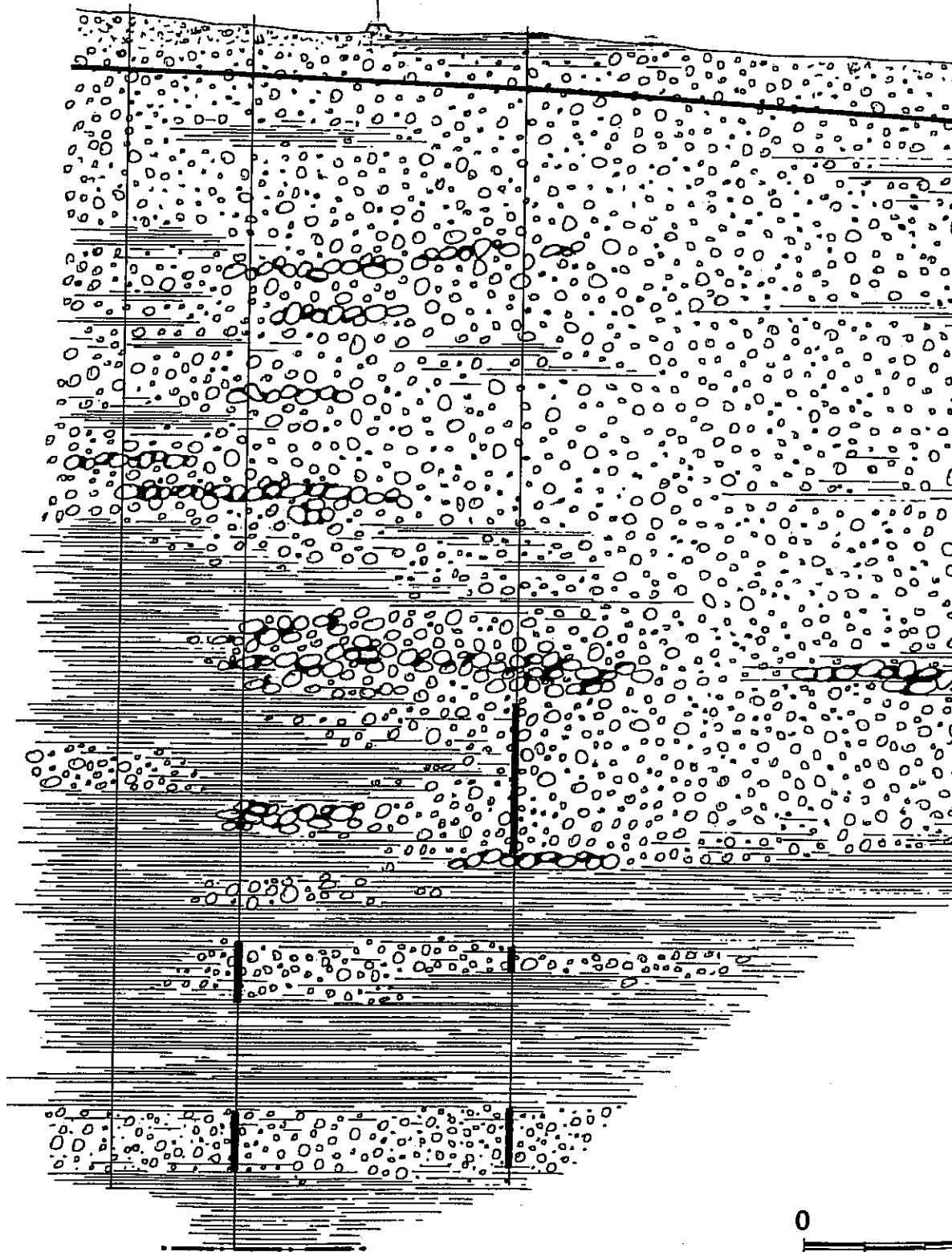
115

100

50

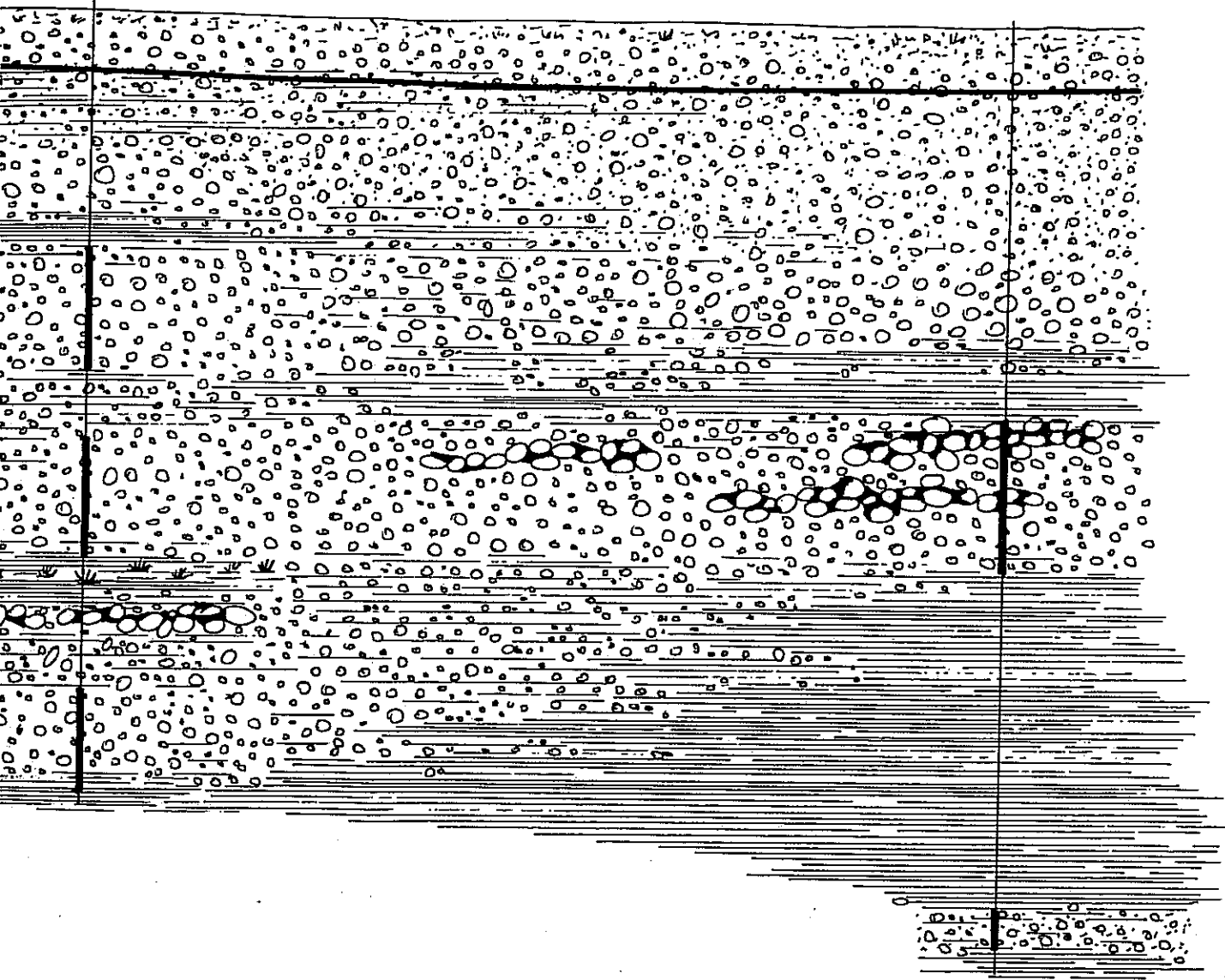
10 m s.l.m.

0



6d

P3



W

FL1

110

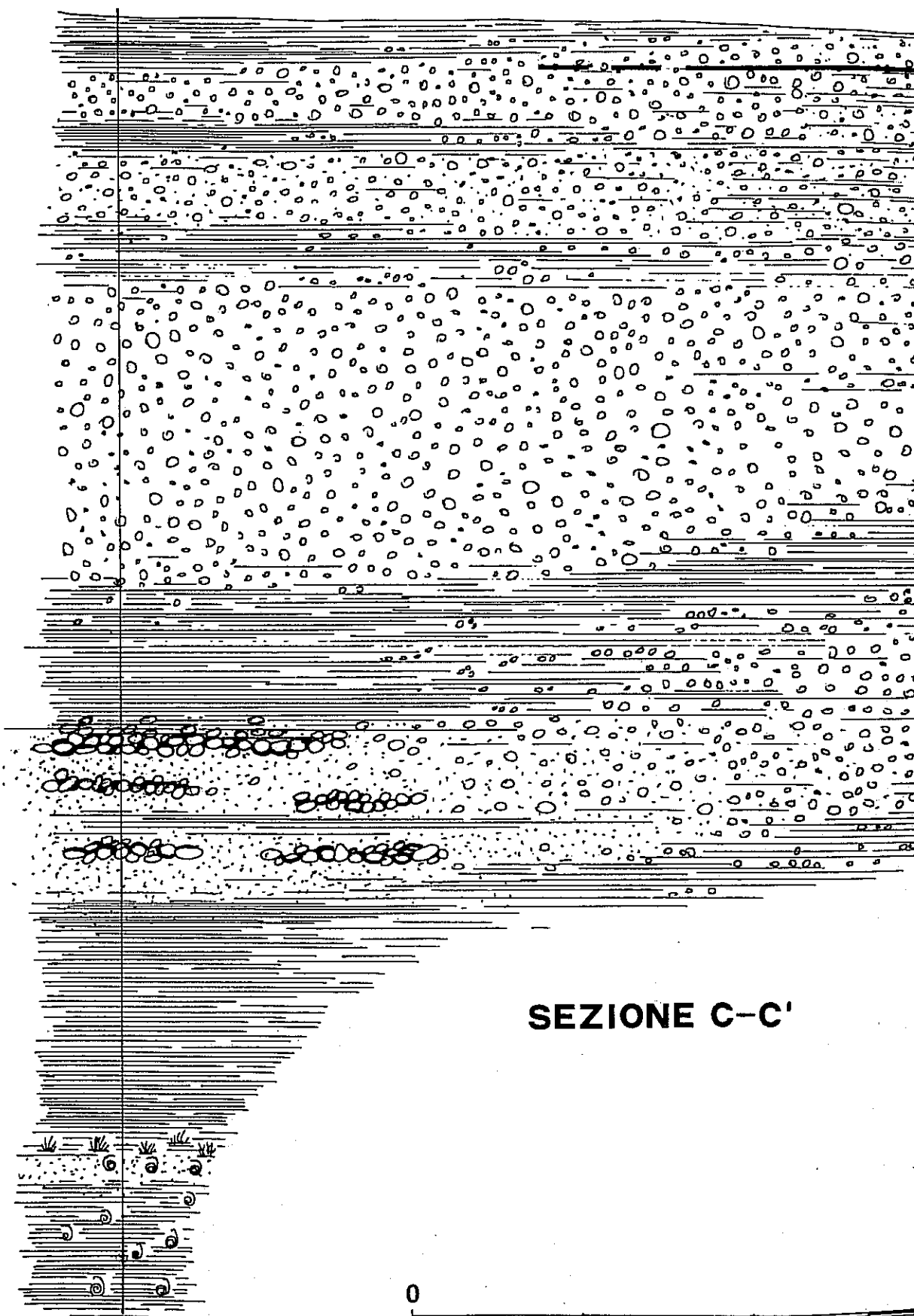
100

50

0

-10

m s.l.m.



SEZIONE C-C'

0

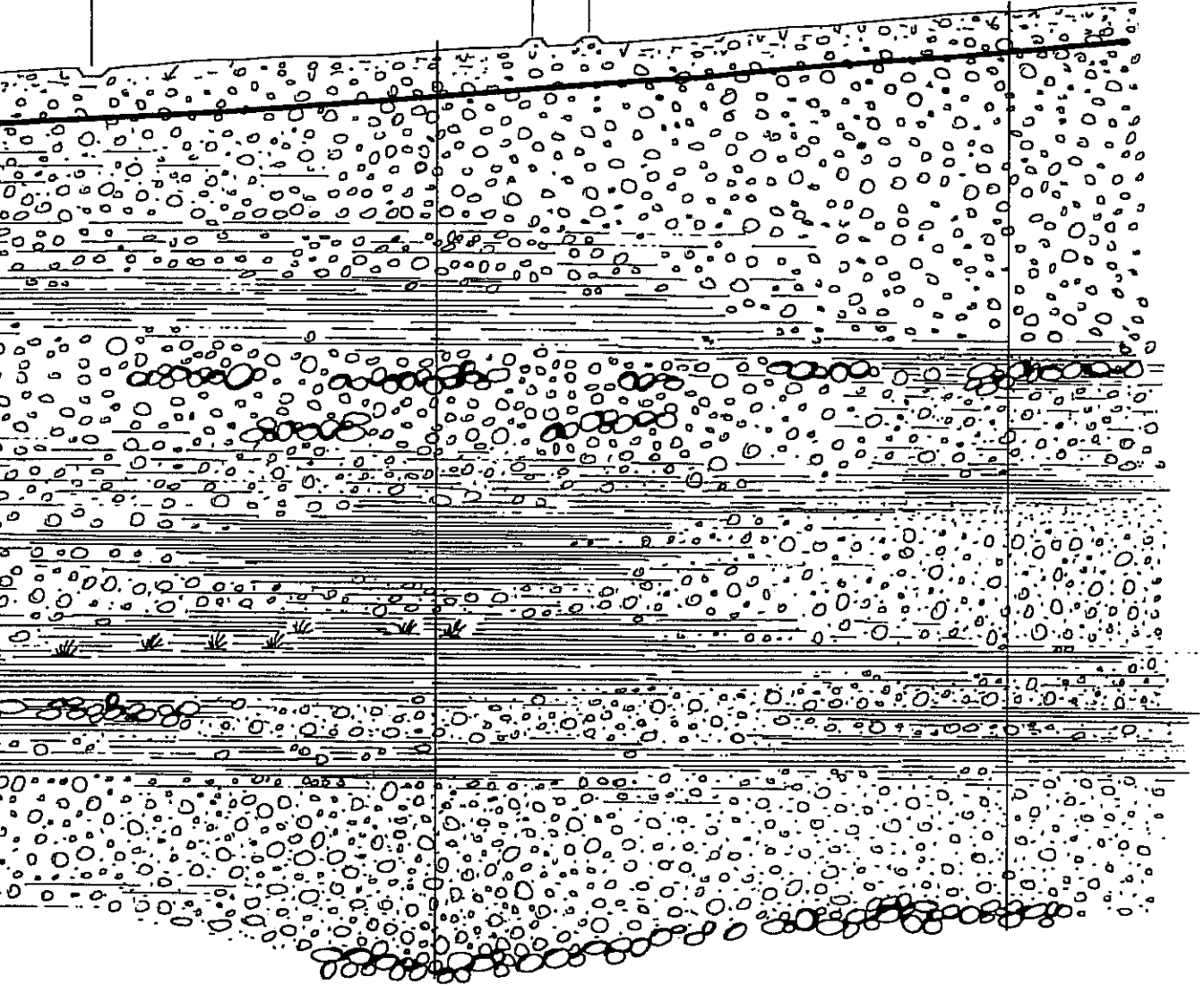
E

Naviglio di San Zeno

B3

F.S.  
PR-BS A 21

B2



W

Folzano

F.S. CR-B5

S. Zeno Naviglio

FO1

10

2

115

100

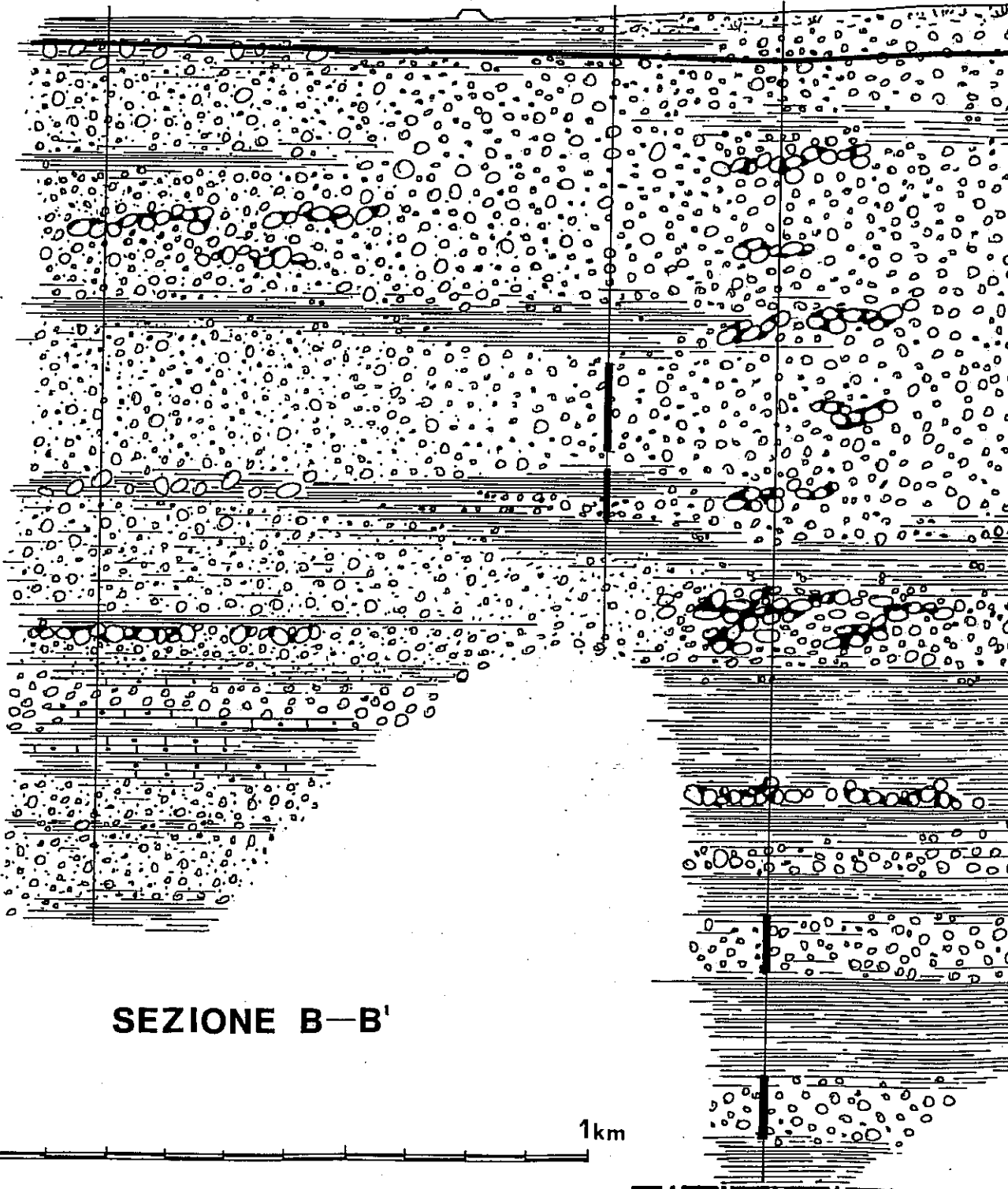
50

SEZIONE B-B'

0

1km

10 m s.l.m.



E

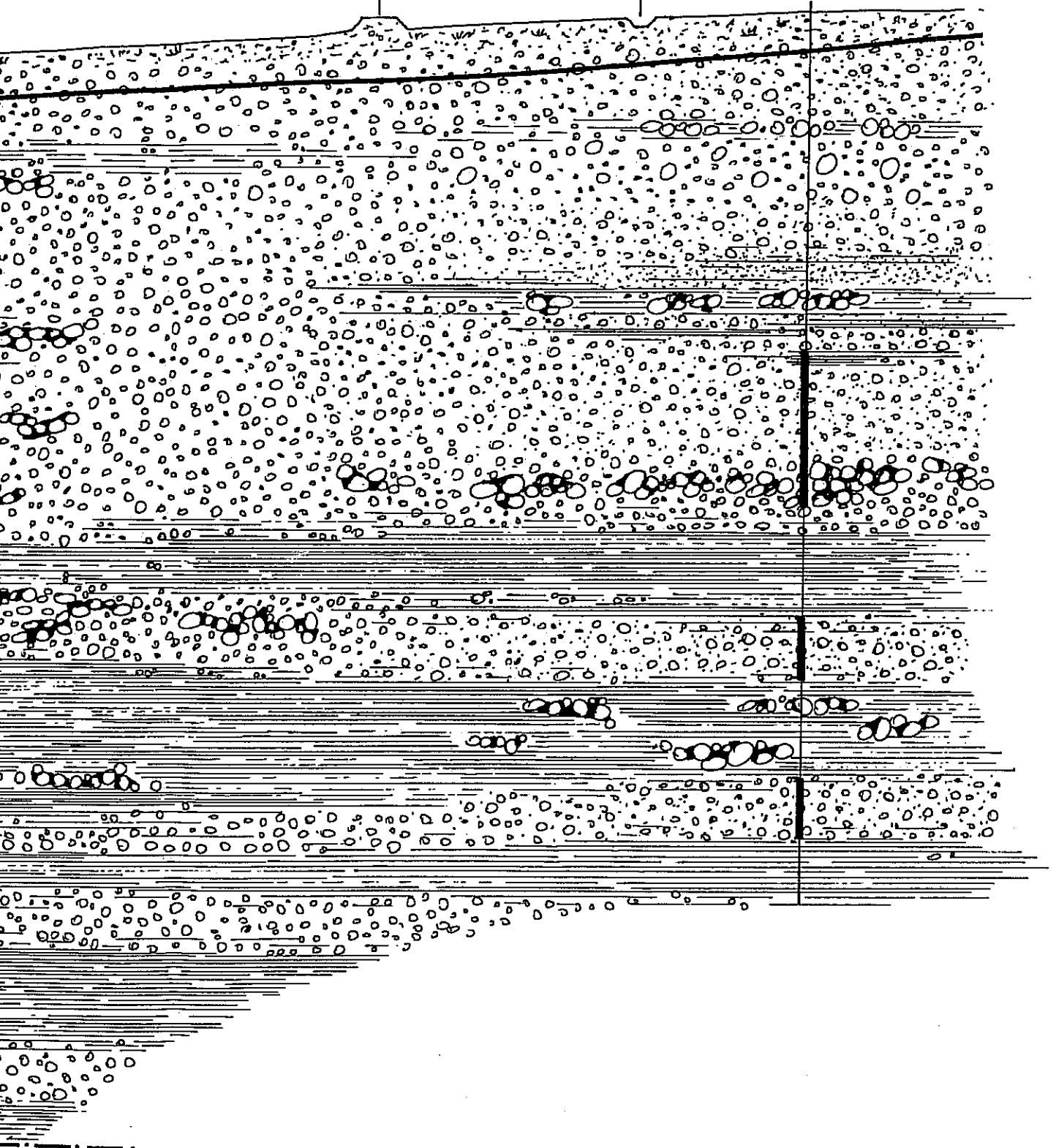
glio

A21PC-BS

Naviglio

Piffione

B1



# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 - Il fontanile n. 1,  
situato nella zona sud  
del territorio comunale



Foto 2 - Il fontanile Berteroni sera (n. 2), invaso dalla vegetazione acquatica.

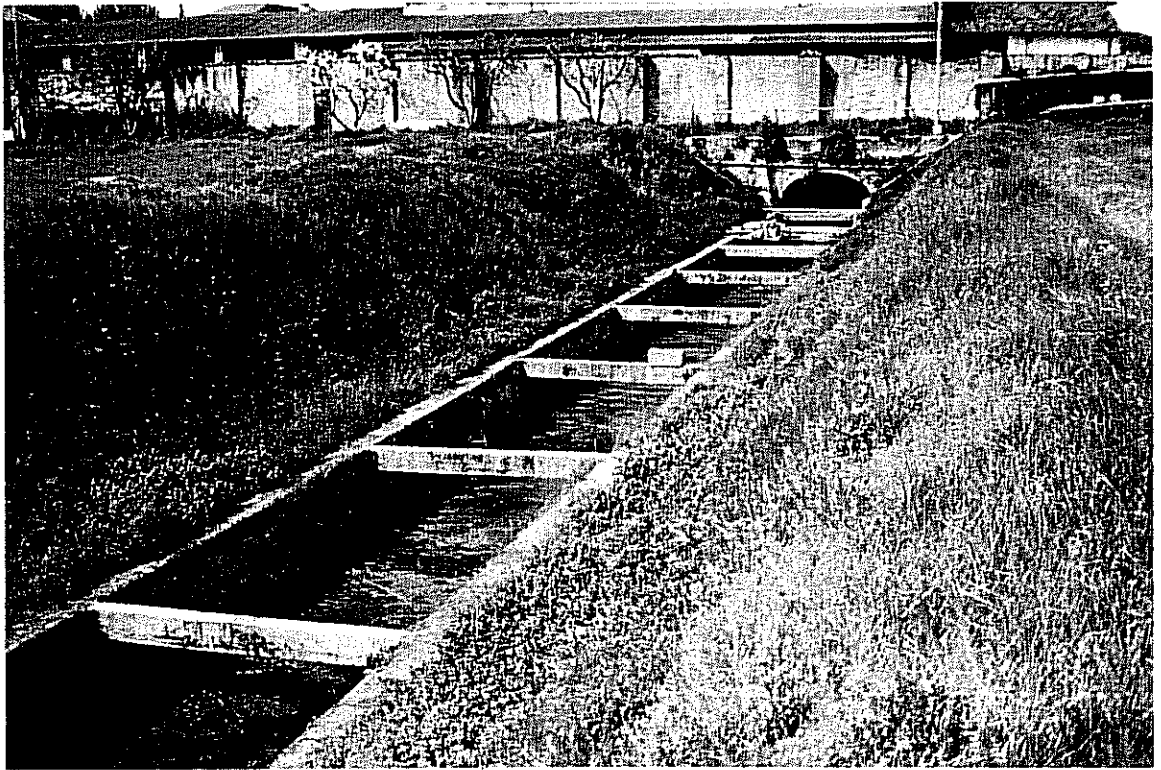


Foto 5 - Il fontanile n. 5, situato all'interno dell'Azienda Agricola Naviglio



Foto 6 - Il fontanile n.6, anch'esso ubicato all'interno dell'Azienda Agricola Naviglio



Foto 3 - Il fontanile della Seriola Garza, alimentato da una settantina di tubi infissi.



Foto 4 - Il fontanile di Cascina dell'Ora (n. 4)



Foto 7 - La struttura in cemento posta nel punto in cui vi era il fontanile di C.na Venezia.

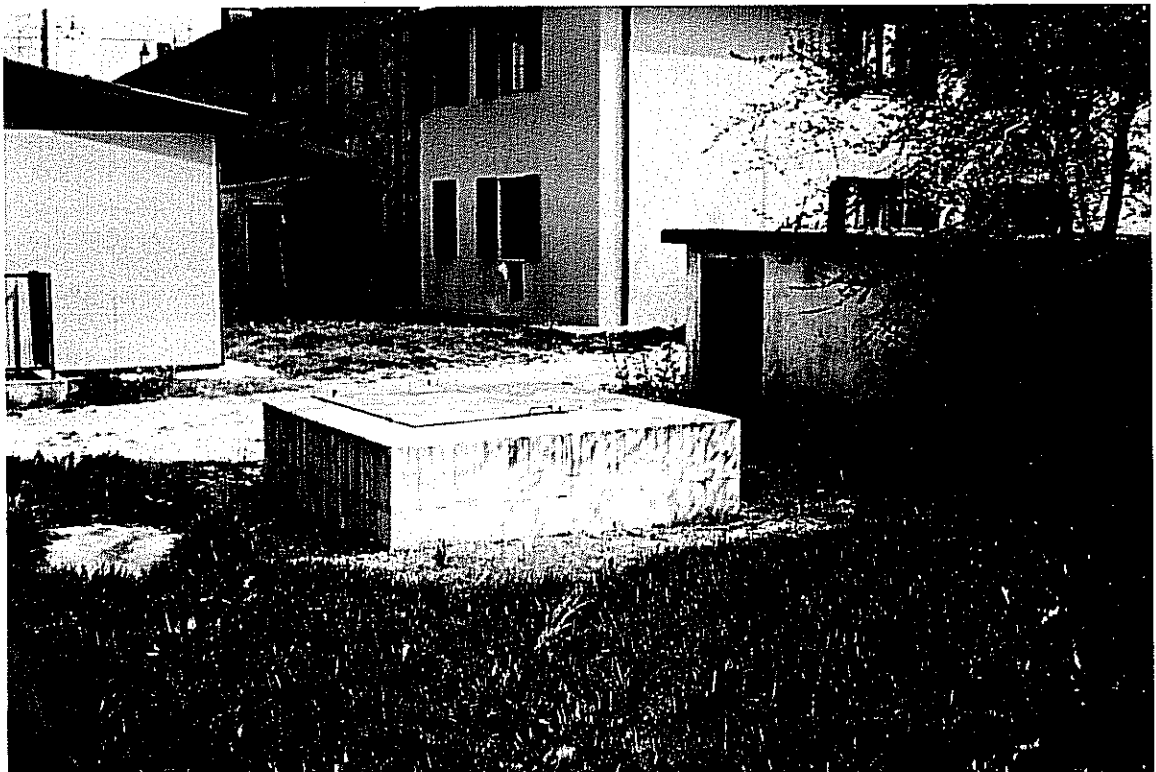


Foto 8 - Il manufatto in cemento che racchiude il pozzo dell'acquedotto comunale in Via Cavour.