

Comune di Roverbella

Provincia di Mantova
Regione Lombardia

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

Sindaco

Segretario comunale

Tecnico incaricato

Allegato alla delibera N.....del.....

STUDIO GEOLOGICO
AI SENSI DELLA LEGGE REGIONALE 41/97

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICO-APPLICATIVA

Logos Engineering s.r.l.

Dir. tecnico:

Ing. Giovanni Bordanzi

Progettista Incaricato:

Studio Tecnico Geologia

Dr. Marco MELLI Geologo

COMUNE DI ROVERBELLA PROT. N. 6152 - 3 GIU. 2005
CAT. X CLAS. 10 FASC.



Marco Melli

Data 12/09/2003
Agg.: 16/02/2004
Agg.: 30/11/2004

Sede operativa: via Botturi, 19
46042 Castel Goffredo - MN - Italia
Tel. 0376780306 - fax 0376772721
e-mail: logos@logosengineering.it
www.logosengineering.it

Studio Tecnico Geologia
Dr. Marco MELLI Geologo
Villafranca (VR)-C.so Vitt.Em., 11
Tel 045 6304673
Suzzara (MN) - Via Zara Chiaviche, 61
Tel 335 8427595
e-mail: melli.geo@tin.it
Fax 02 700426729



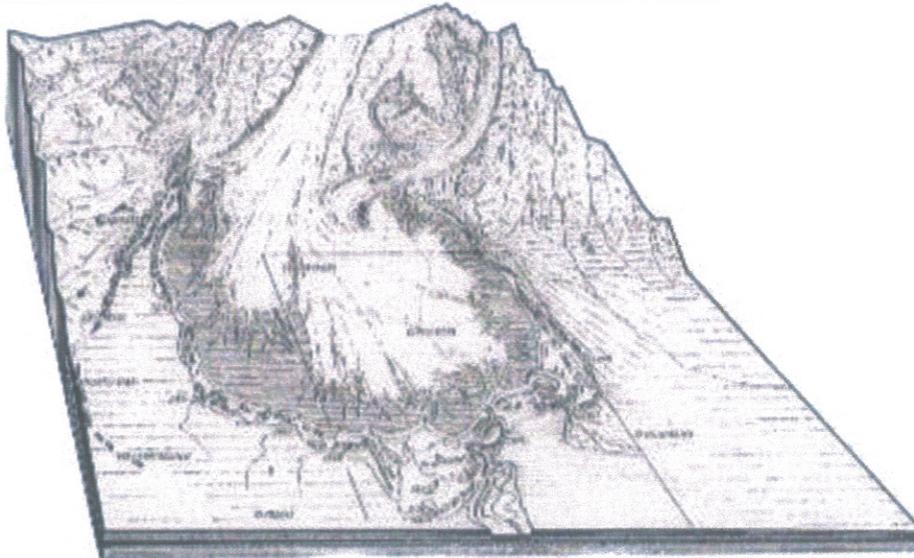
REGIONE LOMBARDIA



PROVINCIA DI MANTOVA

COMUNE DI ROVERBELLA

STUDIO GEOLOGICO AI SENSI DELLA
LEGGE REGIONALE 41 / 1997



RELAZIONE GEOLOGICA TECNICO APPLICATIVA

AUTORE:



STUDIO TECNICO GEOLOGIA
DR. MARCO MELLI GEOLOGO



UFFICI:

1- VILLAFRANCA DI VERONA (VR) - CORSO VITTORIO EMANUELE, 11 - ☎ 045 6304673

2- SUZZARA (MN) - Fr.^{NE} S. PROSPERO (MN) ST. ZARA CHIAVICHE, 61 ☎ 335 8427595

E-MAIL: melli.geo@tin.it - FAX 02 700426729

VILLAFRANCA DI VERONA, 12/09/03

VILLAFRANCA DI VERONA, 16/02/04

VILLAFRANCA DI VERONA, 30/11/04

Sommario

1 Premessa	5
2 Obiettivi e metodologia	6
3 Inquadramento generale del territorio di Roverbella	7
3.1 Inquadramento geografico	7
3.2 Inquadramento cartografico	8
3.3 Generalità climatiche	10
3.4 Caratteristiche della vegetazione naturale	11
3.5 Lineamenti geomorfologici della provincia di Mantova	12
3.6 Inquadramento geologico generale	14
3.6.1 Aspetti stratigrafici	14
3.6.2 Aspetti di tettonica	16
3.7 Lineamenti idrogeologici della provincia di Mantova	21
4.0 Risultati del rilevamento	23
4.1 Rilevamento geomorfologico e geopedologico	23
5.1 Rilevamento geolitologico-tettonico	30
5.1 Rilevamento geolitologico e caratterizzazione geotecnica	30
5.2 Aspetti sismologici	32
6.1 Rilevamento idrogeologico	34
6.2 Idrografia superficiale del territorio comunale	36
6.3 Idrogeologia del territorio comunale	39
6.4 Vulnerabilità della falda freatica	41
7.1 Carta di sintesi	46
7.2 Interpretazione del P.A.I. (piano di stralcio per l'assetto idrogeologico)	51
8 Carta di fattibilità	52
8.1 Caratteristiche delle classi di fattibilità indicate dalla normativa:	52
8.2 Classi di fattibilità e delle azioni di piano	54
8.2.1 Classe 2	54
8.2.2 Norme geologiche di attuazione - sottoclasse 2a e 2b e 2c	54
8.2.3 Prescrizioni per le Aree definite a rischio idraulico	56
8.3.1 Classe 3	56
8.3.2 Norme geologiche di attuazione - sottoclasse 3 a e 3b, 3c, 3d	56
8.3.3 Prescrizioni per le aree definite a rischio idraulico	58
8.4.1 Classe 4	59
8.4.2 Norme geologiche di attuazione - classe 4	59

9	Caratteristiche geologiche per le aree di ipotetico sviluppo urbanistico	61
10	Proposte operative per la tutela dell'ambiente fisico	63
10.1	Indirizzi per l'attuazione della tutela delle risorse suolo e acque sotterranee.	63
10.2	Sistema fognario	63
10.3	Proposte per l'attività agricola	64
11	Contenuti della relazione geologica geotecnica	64

Allegati:

- All. 1 Stratigrafie dei pozzi censiti.
- All. 2 Caratteristiche geotecniche dei terreni indagati

Carte tematiche

- 1. Carta geomorfologica.
- 2. Carta idrogeologica e della vulnerabilità.
- 3. Carta di sintesi.
- 4. Carta della fattibilità geologica.
- 5. Carta tematica di dettaglio.

Ringraziamenti:

Si ringraziano cordialmente tutte le persone che hanno collaborato alla buona riuscita del lavoro, come la Provincia di Mantova e il Consorzio di Bonifica della Fossa di Pozzolo. Per la disponibilità dimostrata si ringraziano il Sindaco Dr. Giuseppe Amadori, il vice Sindaco Dr. Enos Zuin, l'Assessore all'Urbanistica Prof. Lorenzo Nolli, il personale dell'Ufficio Tecnico, la Logos Engineering Srl, nonché i cittadini interpellati.

Rif. Int. 0352_Rel_Geol_Generale

Villafranca di Verona, 12 settembre 2003 – 30/11/2004

1 PREMESSA

Lo studio geologico del territorio di Roverbella costituisce uno strumento fondamentale, ed innovativo, per creare un corretto e proficuo rapporto tra la disciplina urbanistica e le risorse ambientali del territorio.

La conoscenza delle condizioni geologiche rappresenta una parte fondamentale per la definizione e la tutela delle risorse fisiche dell'ambiente rappresentate dal sottosuolo, dal suolo, dall'aria, dall'acqua e dalla biosfera.

Il consumo indiscriminato di tali risorse per fini agricoli, infrastrutturali, insediativi e produttivi costituisce la causa principale del complesso degrado del sistema ecologico-ambientale. Occorre quindi ricreare un corretto rapporto con le risorse ambientali che tenga conto della sostenibilità degli interventi antropici; alla base di tale processo bisogna porre la conoscenza del contesto di riferimento.

Si auspica che tale studio possa costituire, inoltre, un inquadramento generale a cui fare riferimento sia per future indagini e studi in relazione alle prossime esigenze di interventi edificatori, sia come confronto per futuri monitoraggi dell'ambiente fisico in continua trasformazione.

Lo studio è stato svolto in seguito all'incarico affidato dalla Logos Engineering S.r.l., incaricata della redazione della "Variante Generale al Piano Regolatore Generale Comunale" dal Comune di Roverbella, in data 6 agosto 2003.

La redazione dello Studio Geologico è stata effettuata in base a quanto prescritto nel disciplinare all'Art. 1 facendo riferimento alla Legge Regionale 24 novembre 1997 n°41 e alla Deliberazione della G.R Lombardia n° 34865 del 27/01/1998.

È doveroso specificare che questo studio geologico fornisce una prima definizione di massima del quadro geologico dell'intero territorio comunale e non è quindi assolutamente esaustivo per la definizione puntuale delle caratteristiche geologiche-geotecniche (es. portanza del terreno di fondazione) o idrogeologiche.

2 OBIETTIVI E METODOLOGIA

Lo studio della componente geologica dell'ambiente del territorio comunale di Roverbella, finalizzato alla redazione della "Variante Generale al Piano Regolatore Generale Comunale", è stato svolto appositamente in modo da costituirsi quale strumento di rapporto interdisciplinare tra i Settori dell'Urbanistica e il Settore Ecologia.

L'obiettivo primario è quello di rendere immediatamente confrontabili le caratteristiche dell'ambiente fisico con il processo di pianificazione.

Pertanto, gli obiettivi dello studio si possono sintetizzare come segue:

1. Analizzare le condizioni attuali dell'ambiente fisico, quali la geomorfologia, la geolitologia e l'idrogeologia.
2. Identificare i limiti della vulnerabilità dei singoli fattori geologici.
3. Evidenziare le incompatibilità in atto.
4. Formulare proposte di tutela e di interventi sul territorio volti sia alla sua conservazione che alla sua valorizzazione.

Si è quindi ritenuto opportuno procedere con la seguente metodologia applicativa:

1. Analisi della bibliografia esistente relativa a studi geologici già realizzati.
2. Rilievi di campagna delle caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche idrogeologiche alla scala 1:10.000, base cartografica C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) 1:10.000.
3. Rielaborazione dei dati dei rilievi eseguiti e stesura della relativa cartografia alla scala 1:10.000.
4. Sviluppo delle diverse carte tematiche.
5. Stesura della Relazione esplicativa dei risultati raccolti.

Tale relazione finale è articolata come segue:

- inquadramento ed analisi geologica;
- inquadramento ed analisi geomorfologica;
- inquadramento ed analisi idrogeologica;
- analisi dell'assetto del territorio comunale;
- proposta di normativa geologica-tecnica.

3 INQUADRAMENTO GENERALE DEL TERRITORIO DI ROVERBELLA

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio di Roverbella si trova in una posizione nord-orientale della Provincia di Mantova; confina a Nord e ad Est con i Comuni di Valeggio sul Mincio, di Mozzecane, di Trevenzuolo e di Nogarole Rocca appartenenti alla confinante Provincia di Verona, Regione Veneto. A Sud e ad Ovest è adiacente ai comuni lombardi della Provincia di Mantova, come Castelbelforte, San Giorgio Mantovano, Porto Mantovano e Marmirolo.

La superficie comunale è di 63,16 kmq, con una popolazione totale di circa 7.693 persone, di cui 3.798 maschi e 3.895 femmine (dati censimento 2001). Nel 1991 la popolazione censita era di 7.377 persone, mentre nel 1996 era di 7483. I nuclei familiari sono 2508.

La popolazione risiede principalmente presso Roverbella, che rappresenta anche il centro urbano di maggior importanza; la superficie urbana è di circa 60 ha.

Dall'analisi della cartografia di base si rileva che la composizione urbana del comune è strutturata in cascine che rappresentano realtà rurali isolate; altre frazioni minori sono: Belvedere, Malavicina, Pellaloco, Canedole e Castiglione Mantovano.

Il territorio presenta una densità abitativa medio-bassa, 121 ab/kmq, essendo costituito soprattutto da aree agricole, adibite principalmente alla coltivazione di cereali, come il riso nella parte orientale, e di frutteti. Anche la zootecnia occupa una voce consistente: è diffuso l'allevamento di bovini e suini, nonché di specie avicole e cunicole.

Sono tipici in Roverbella i suoli ghiaiosi e poco profondi, caratteristici dell'Alta Pianura, da cui deriva un uso del territorio a prato stabile.

Si tratta di un territorio a morfologia pianeggiante di origine fluviale e fluvioglaciale, modellato dall'azione erosivo-deposizionale prevalentemente del Fiume Mincio e di altri scaricatori fluvioglaciali minori, del passato. Le quote assolute vanno da un massimo di 60 metri, a nord, sino a minimi di 28 metri circa a Sud.

Da circa un decennio, con l'introduzione dei regolamenti comunitari intesi a ridurre le produzioni specie nel segmento dei seminativi, sono aumentate le colture orticole e le colture frutticole, specialmente in località Malavicina.

La cura e lo studio della parte idrico-idrologica del territorio roverbellese compete al Consorzio di Bonifica della Fossa di Pozzolo.

La viabilità stradale è qualificata dalla presenza delle seguenti vie di comunicazione:

- A 22 "del Brennero",
- SS n° 62 "della Cisa",
- SS n° 249,

- S.P. n° 17,
- S.P. n° 24,
- Via Postumia.

Il territorio presenta un paesaggio tabulare tipico dell'alta pianura mantovana. I principali corpi idrici presenti sono:

- La Fossamana,
- La Molinella, Il Fosso Rabbioso,
- Il Rio Verbasco

Si tratta di corsi d'acqua canalizzati con direzione preferenziale da nord-ovest a sud-est, che spesso ripercorrono le tracce di paleoalvei post-glaciali.

3.2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Le coordinate Gauss-Boaga dei vertici del Comune di Roverbella sono:

<u>Vertice</u>	<u>Latitudine (Nord) – Longitudine (Est)</u>
Vert. Nord	5019640 – 1639800
Vert. Est	5015397 – 1637025
Vert. Ovest	5011660 – 1649000
Vert. Sud	5008667 – 1643731

La figura sotto riporta l'inquadramento nella CTR del territorio comunale.

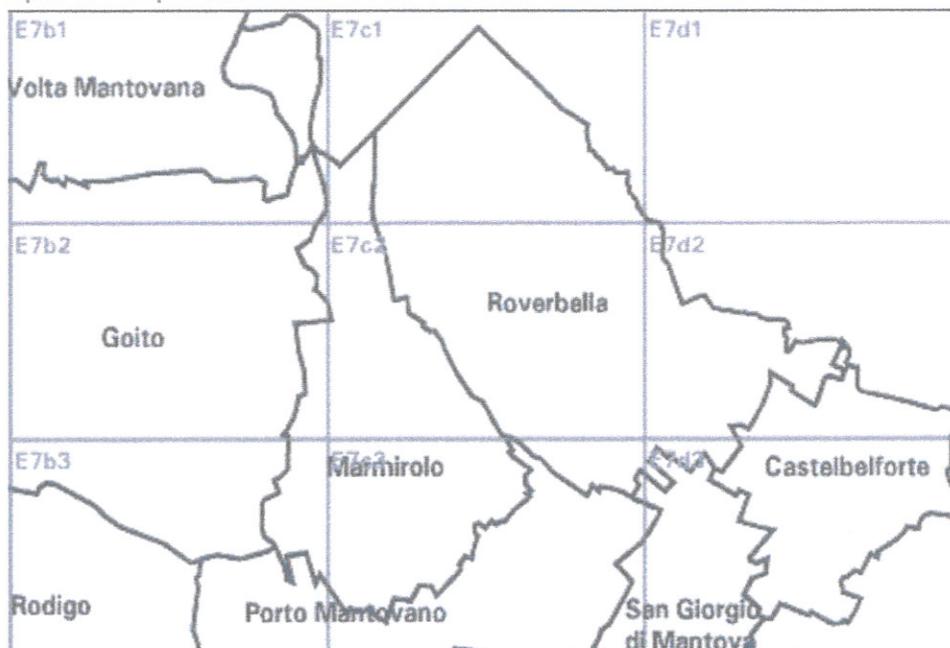


Figura 1: Quadro d'unione Carta tecnica regione Lombardia.

La cartografia ufficiale che rappresenta il territorio comunale è:

- CARTA TECNICA REGIONALE

Foglio E7 Mantova, scala 1:50.000

Sezione N° E7c1 Roverbella Nord, scala 1:10.000,

Sezione N° E7c2 Roverbella, scala 1:10.000,

Sezione N° E7c3 Marmirolo, scala 1:10.000,

Sezione N° E7d1, scala 1:10.000

Sezione N° E7d2 Castelbelforte Nord, scala 1:10.000

Sezione N° E7d3 Castelbelforte, scala 1:10.000

- CARTOGRAFIA I.G.M.

Foglio 62 Mantova (1:100.000)

Foglio 144 Villafranca di Verona (1:50.000)

Foglio 62, Tav. I NO Roverbella, scala 1:25.000

Foglio 62, Tav. I NE Vigasio, scala 1: 25.000

Foglio 62, Tav. I SE Castelbelforte, scala 1: 25.000

Foglio 62, Tav. I SO Porto Mantovano, scala 1: 25.000

-CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio 62 Mantova, scala 1:100.000.

Cartografia catastale dell'U.T.E. di Mantova, scala 1:2.000

3.3 GENERALITÀ CLIMATICHE

La conoscenza del clima antico pleistocenico (anteriore a circa 10000 anni fa) porta ad una migliore comprensione dell'interazione dei diversi eventi deposizionali ed erosivi, dovuti all'alternarsi dei periodi glaciali ed interglaciali. La nostra trattazione sarà però rivolta al clima attuale.

Situata nella parte centro-orientale della Valle Padana, la nostra zona risulta essere caratterizzata dall'effetto dell'arco alpino e il suo clima può essere definito sub-tropicale di tipo umido.

Da dati termopluviometrici che risalgono agli ultimi 50 anni (Servizio agrometeorologico dell'ERSAL), la precipitazione media annuale è di 675.9 mm e le precipitazioni hanno maggiore intensità nei mesi di Aprile, Maggio, Giugno e di Ottobre e Novembre. Il valore più elevato di evapotraspirazione potenziale (156.1 mm) si registra nel mese di Luglio ed è causa di una certa indisponibilità di acqua per le piante.

L'escursione termica stagionale è marcata, data da inverni freddi ed estati calde, con temperatura media annua dell'aria di 13.3 °C ; il minimo, pari a 1.8°C, si registra in Gennaio, mentre il massimo in Luglio con 24.3 °C.

Al fine di caratterizzare geograficamente l'ambiente in cui si forma il suolo, si sono elaborati i dati climatici col metodo di Thornthwaite-Mather, ottenendo l'espressione di una formula che dipende dai valori dell'evapotraspirazione potenziale e degli Indici di Umidità e Aridità.

La formula risultante è " C1 s B'2 b'3" che indica un clima "da subumido a subarido", con moderata eccedenza idrica in inverno, di varietà climatica "secondo mesotermico" (evapotraspirazione compresa tra 855 e 712 mm) e dotato di "modesta concentrazione estiva dell'efficienza termica".

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
T (°C)	1.8	4.5	8.7	13.0	17.9	22.1	24.3	23.4	19.8	13.8	7.8	2.9	13.3
P (mm)	48.1	44.7	46.3	55.6	66.5	56.3	47.3	58.8	58.7	70.1	67.4	56.2	675.9
EP	2.2	8.5	27.6	54.6	98.1	134	156.1	136.5	92.2	49.5	18.3	4.2	781.9

Tabella 1: Temperature, precipitazioni ed evapotraspirazione potenziale, medie mensili della stazione di Mantova (20 m s.l.m.):

3.4 CARATTERISTICHE DELLA VEGETAZIONE NATURALE

La vegetazione naturale è un importante fattore pedogenetico perché interviene in molti processi fondamentali, come la trasformazione della sostanza organica, la disgregazione e l'alterazione dei minerali e la concentrazione di alcuni composti caratteristici; la presenza delle piante ha poi specifici effetti sulla pedogenesi perché garantisce un continuo apporto di sostanza organica che si trasforma, per diversi tipi di vegetazione, in diversi tipi di humus. Le colture agrarie, periodicamente interessate dalle lavorazioni, non permangono sul suolo per tempi tali da influire sulla sua evoluzione.

La flora naturale del territorio mantovano, pur presentando aspetti di transizione di tipo mediterraneo, è più somigliante a quella dell'Europa media e in particolare a quella dell'Italia alpina.

Domina la Farnia, che insieme al Carpino bianco costituisce il climax dei boschi di Querce. Nella pianura questo tipo di vegetazione è quasi del tutto scomparso; rimangono solo alcuni esempi di boschi relitti e di flora spontanea in corrispondenza di siepi, rive e greti fluviali; un classico esempio di bosco planiziale è rappresentato da "Bosco Fontana" situato in comune di Marmirolo.

Nell'anfiteatro morenico del Garda il bosco si conserva in climax sui versanti ripidi esposti a Nord-Nord Ovest, mentre sui versanti esposti a Sud-Sud Est, quando non è coltivata la vite, prevalgono prati di graminacee resistenti alla siccità.

Nel Querceto a Roverbella, che normalmente si sviluppa nell'orizzonte submontano corrispondente al livello climax del Quercion-pubescentis-petrae, si instaura un sotto orizzonte sub-mediterraneo che ospita specie termofile irradiatesi dal Sud.

Una particolare vegetazione acquatica si sviluppa nell'area dei fontanili che si formano al passaggio fra l'alta e la media pianura. In corrispondenza della testa del fontanile dove l'acqua sgorga in superficie abbondano Ranuncoli acquatici, Lenticchie d'acqua e *Polygonum amphibium*.

La vegetazione marginale è costituita da *Nasturtium officinale* e *Veronica beccabunga*, mentre nei canali che si dipartono dalle risorgive la velocità dell'acqua seleziona la flora acquatica.

Nelle acque correnti crescono il Ranuncolo filiforme, il Nasturzio e la Fienarola d'acqua.

Nelle acque lente si stabilisce spesso una associazione costituita da Peste d'acqua, alcuni Potamogeti e l'Erba gamberaria.

3.5 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

Il territorio della provincia di Mantova è caratterizzato a nord da colline costituite da sedimenti di origine fluvioglaciale (morene), che lasciano il posto verso sud alla pianura alluvionale. La successione degli eventi glaciali ha portato alla sovrapposizione di più livelli colluviali a loro volta incisi da strutture fluviali che, scendendo da nord verso sud ed entrando in Po, hanno coperto con i loro sedimenti alluvionali recenti le strutture geologiche più antiche (tetto del Pliocene). Nelle zone di pianura il continuo modificarsi del sistema fluviale ha portato ad una situazione morfologica complessa caratterizzata da aree depresse ed aree rilevate rispetto al piano normale di campagna. Da un punto di vista puramente altimetrico è possibile dividere, a grandi linee, il territorio mantovano in quattro zone:

- zona delle colline moreniche, con quota superiore ai 56 m slm;
- zona dell'alta pianura, compresa tra le quote 36 e 56 m slm;
- zona della media pianura, compresa tra le quote 13 e 36 m slm;
- zona della bassa pianura, compresa tra le quote 7 e 20 slm.

Il Comune di Roverbella ricade nella fascia di transizione tra la "Zona dell'Alta pianura" e la "Zona di Media Pianura", dove prevalgono i sedimenti pleistocenici a nord e quelli olocenici a sud, dapprima ghiaiosi e poi sabbiosi, depositati sia dall'azione fluvioglaciale delle acque di scioglimento dei ghiacciai e sia da corsi d'acqua originati dalle risorgive locali.

Zona dell'alta pianura. È l'area posta ai piedi dell'Altipiano Morenico, delimitata a Nord dal punto di raccordo fra la collina e la pianura e a Sud dai terreni cretosi del Medio Mantovano. Dal punto di vista morfologico, questa zona pianeggiante è stata influenzata dagli apporti fluvioglaciali degli scaricatori principali (Mincio, Oglio, Chiese) e secondari (fossi, seriole e colatori) che hanno modellato il territorio conferendogli una pendenza in direzione N-S, N.NO-S.SE.

In questo tratto della pianura, il Mincio ha formato non meno di tre ordini di terrazzi e scorre in ampi meandri per il lieve dislivello altimetrico. Anche l'Oglio e il Chiese scorrono incassati nei propri alvei e i terrazzi risalgono alle fasi erosive pleistoceniche.

In epoca postglaciale il Mincio e l'Oglio e il Chiese seguivano altri percorsi. In particolare il Mincio scorreva più a Nord-Est rispetto al percorso attuale, nei pressi del confine orientale della provincia di Mantova (Roverbella, Castiglione Mantovano, Castelbelforte). Probabilmente questo evento è da attribuirsi ad un più vasto fenomeno di subsidenza della pianura veronese-mantovana, che tende ad abbassarsi con un' inclinazione verso Ovest e Sud-Ovest.

I sedimenti dell'alta pianura si presentano eterogenei dal punto di vista granulometrico, sia in senso verticale che orizzontale. A Nord della linea Rodigo, Marengo, Roverbella

prevalgono nettamente ghiaie e ciottoli molto grossolani. A Sud di questo allineamento si assiste ad un aumento percentuale dei materiali appartenenti a classe granulometriche inferiori (ghiaia e ghiaietto), sempre accompagnate da sabbie. Procedendo da Ovest verso Est la percentuale relativa delle ghiaie rispetto alle sabbie si fa maggiore.

Le caratteristiche litologiche grossolane di questo territorio influiscono sulla permeabilità e sul drenaggio superficiale; le acque che percolano in profondità per una quarantina di metri vanno ad alimentare falde, che possono arrivare fino all'altezza del fiume Po. Gli acquiferi presentano una buona continuità areale; la falda freatica ha sede in strati ghiaiosi, trovandosi ad una profondità di sette metri sotto il piano di campagna nella parte più settentrionale e progressivamente più vicina alla superficie procedendo verso Sud.

In corrispondenza del paesaggio fluvioglaciale con caratteristiche litologiche di permeabilità diverse, si verifica l'interessante fenomeno dei fontanili, dove la falda freatica viene a giorno per affioramento o sbarramento.

Zona della Media Pianura ha come limite settentrionale le lingue ghiaiose-sabbiose delle formazioni Rissiano, Rissiano-Wurmiano che si esauriscono nella pianura; a Sud il confine è costituito da depositi alluvionali attribuibili al Po.

Questo tratto di pianura è in buona parte costituito da depositi interglaciali Mindel, che hanno la caratteristica di essere argillosi-limosi, calcarei e tenaci. Dello stesso periodo, e con buona distribuzione areale, sono i sedimenti sabbiosi, fini e silicei. Queste alluvioni cretose si rinvengono sia lontano dagli scaricatori principali, dove la capacità di trasporto delle acque era notevolmente inferiore, che nelle zone di deposizione degli scaricatori secondari.

Avvicinandosi alle aree di defluenza degli scaricatori principali (Mincio, Oglio, Chiese, Tione Tartaro, Osone) i depositi sono generalmente più grossolani (ghiaiosi, sabbiosi, sabbioso-argillosi) e riconducibili a periodi di sedimentazione che vanno dall'Interglaciale Mindel-Riss al Postglaciale (Recente).

3.6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

3.6.1 ASPETTI STRATIGRAFICI

La geologia del territorio mantovano presenta una caratterizzazione litologica, granulometrica e cronologica differente tra le quattro zone territoriali in cui abbiamo suddiviso la provincia nel paragrafo precedente.

Indicativamente possiamo raggruppare le tre zone della pianura mantovana che hanno una genesi comune, ma un diverso carattere tessiturale, deposizionale e granulometrico, che si concretizza in un passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a termini per lo più argillosi, procedendo secondo un verso che va da nord verso sud.

A Nord c'è la zona delle Colline Moreniche del Garda, dove prevalgono le litologie a terreni granulari rappresentate da morene ghiaiose con abbondanti ciottoli decimetrici, di calcare e porfidi, immersi in una matrice bruno-grigiastra di limo-sabbio-argillosa a tratti in eteropia con termini sabbia limosa. La dimensione dei clasti tende progressivamente a diminuire, quando si passa dal morenico rissiano (di color arrossato) al suo fluvioglaciale e da questo al fluvioglaciale wurmiano (di colore tendente al grigio scuro). Tale situazione è determinata dall'azione di rimaneggiamento, selezione granulometrica e deposizione operata sui diversi materiali morenici (le morene rissiane sono in effetti ghiaiose mentre quelle wurmiane sono sabbiose a tratti limose) dalle acque degli scaricatori glaciali.

Dai dati bibliografici e cartografici raccolti si rileva che le valli e le depressioni intercollinari sono formate da alluvioni fluvioglaciali e fluviali stratificate, le cui granulometrie variano da grossolane a fini, arrivando anche limitatamente a termini paludosi e talvolta torbosi. Anche tale variabilità delle caratteristiche granulometriche è da mettere in relazione alla quantità di energia idraulica che caratterizzava lo scaricatore periglaciale al momento della sedimentazione. Più articolata e più documentata, come risulta dai dati pubblicati dall'AGIP (AGIP MINERARIA, 1959; PIERI e GROPPi, 1981; DONDI, 1985), è la storia evolutiva della zona della pianura mantovana.

Le Formazioni presenti, sino a oltre 5 Km di profondità, evidenziano la presenza di strati che immergono verso S con modeste inclinazioni, secondo una regolare monoclinale, continuazione di quella affiorante nei Monti Lessini.

Sono presenti alcune faglie che scompongono la monoclinale, ma il rigetto è sempre limitato e probabilmente non vengono ad interessare le formazioni più superficiali. I terreni affioranti sono di origine continentale, legati ai complessi fenomeni glaciali avvenuti durante il Pleistocene e ai fenomeni prevalentemente erosivi e più raramente deposizionali dell'Olocene.

La storia geologica dell'area padana, a partire dal Terziario, in altre parole da quando l'orogenesi che stava interessando le Alpi e l'Appennino ha portato all'emersione di vaste aree marginali, può essere così schematizzata. Durante l'Oligocene e il Miocene si ha la deposizione di marne (Marne del Gallare) nella maggior parte dell'area padana, che verso oriente passa a formazioni pelagiche marnoso-calcaree di tipo marchigiano (Scaglia Cinerea). Verso settentrione si hanno formazioni clastiche talora grossolane (Gonfolite); al centro e in prossimità dell'attuale margine appenninico si ha, dal Langhiano (fig. 2), la deposizione delle torbiditi della Marnoso-Arenacea. Caratteristica è la presenza di una formazione composta da sabbie marine costiere (Glauconie di Glavanella) nella zona attualmente occupata dalla pianura veneta e nell'alto Adriatico fino all'altezza del delta. Con la deposizione della successione evaporitica del Messiniano (fig. 3), presente sul margine appenninico e ai lati delle dorsali padane maggiori, si chiude il ciclo sedimentario iniziato nel Mesozoico. È da evidenziare che la successione messiniana del bacino padano presenta notevoli differenze rispetto a quella mediterranea, confermando l'ipotesi che la conca padana fosse un bacino pensile, isolato dal bacino principale mediterraneo. Tali differenze sono date dall'assenza nelle successioni padane di depositi salini, riduzione dei depositi gessosi e sviluppo notevole di sedimenti di ambiente ipoalino. A partire dal Messiniano inizia un altro ciclo sedimentario che continua sino al Pleistocene (fig. 4) e che ha portato al colmamento dell'area. Si hanno depositi torbiditici (Fusignano) nel centro del bacino e pelitici (Argille a Colombacci) o sabbioso-conglomeratici (Sabbie di Cortemaggiore; conglomerati di Boreca) nelle aree marginali durante il Miocene superiore. Nel Pliocene inferiore il tipo di sedimentazione non muta sostanzialmente: infatti abbiamo depositi torbiditici del tutto simili ai precedenti (Porto Corsini e Porto Garibaldi) che occupano la parte centro-meridionale del bacino e depositi sabbiosi con carattere trasgressivo (Sabbie di Cortemaggiore). Nelle aree dove manca la deposizione torbiditica e sabbiosa si ha ambiente di piattaforma o di scarpata con sedimentazione prevalentemente argillosa (Argille del Santerno). Nel Pliocene medio e superiore (fig. 5) si ha una fase regressiva legata ad una fase tettonica importante seguita da depositi prevalentemente argillosi (Argille del Santerno) e da sedimenti sabbiosi (Sabbie di Asti) nel Pleistocene. Nel Pleistocene medio e superiore, per diminuzione della subsidenza, depositi continentali sostituiscono sino al recente quelli marini. Questi depositi continentali, che raggiungono nelle zone di maggior accumulo spessori di oltre 700 metri (Colombetti et al., 1975), sono i soli che affiorano in tutta la pianura padana. Nella figura 6 viene rappresentato lo schema dei rapporti stratigrafici nell'area centrale padana e nel bacino padano orientale.

I due fenomeni principali che hanno influito maggiormente sull'evoluzione dell'area padana dal Messiniano ad oggi sono l'apporto detritico dell'Appennino e delle Alpi, in surrezione, e

la subsidenza dell'area padana. Il primo fenomeno superò nel tempo il secondo, determinando l'accumulo di notevoli spessori di sedimenti ed il progressivo colmamento dell'area sino all'emersione con conseguente ritiro del mare. La regressione marina ha raggiunto i suoi valori maggiori alla fine del Pleistocene medio, in concomitanza con la massima espansione glaciale (Riss), quando probabilmente l'Adriatico era emerso sino all'altezza di Pesaro. Il Quaternario è caratterizzato da ripetuti fenomeni di espansione e successivo ritiro dei ghiacci, ai quali sono legate le ripetute ingressioni e regressioni marine, originando nelle aree centro-orientali padane e adriatiche alternanze di facies marine e continentali.

3.6.2 ASPETTI DI TETTONICA

La tettonica della pianura padana è considerata la continuazione di quella appenninica e sud-alpina. L'andamento strutturale, ricostruito dai dati geofisici e dai risultati delle perforazioni per le ricerche di idrocarburi, evidenzia il contrasto tra l'andamento monoclinale ai piedi delle Alpi e i grandi archi delle pieghe appenniniche. L'insieme delle strutture del bacino padano può essere suddiviso in varie unità tettoniche a seconda delle caratteristiche geometriche e delle età; si distinguono: un bacino sud-piemontese, le Pieghe Emiliane che si accavallano verso NE sulla Monoclinale Pedevalpina ed ad oriente sulle Pieghe Emiliane Ferraresi, che rappresentano il più evidente e complesso elemento strutturale della pianura padana. Esso risulta generato da un'intensa tettonizzazione avvenuta soprattutto nel Miocene medio e superiore e nel Pleistocene, e che ha portato il substrato mesozoico a sovrascorrere sul Terziario. La monoclinale Pedevalpina, che è la più estesa di tutte le unità tettoniche elencate, si estende dalla pianura settentrionale piemontese a W, fino alla linea Schio-Vicenza a E, e questa interpretata come faglia trascorrente, separa la Monoclinale Pedevalpina da quella Adriatica.

La Monoclinale Pedevalpina s'immerge verso S con regolarità e caratterizza il sottosuolo della zona studiata, fino ad immergersi al di sotto delle Pieghe Emiliane e Ferraresi all'altezza di Mirandola.

L'unico pozzo esplorativo dell'AGIP nella zona è stato scavato nel comune di Goito, nei pressi di Corte Mussolina, nel 1975, ed indicato con la sigla Rodigo I. Il sondaggio ha individuato il Miocene tra 2885 metri e 2850 metri di profondità, caratterizzato da depositi argillosi e marnosi; il Pliocene è presente tra 2850 metri e 1500 metri con depositi sabbiosi e sabbioso-argillosi, il Pleistocene tra i 1500 metri e i 350 metri di profondità e i depositi dell'Olocene dai 350 metri fino in superficie.

Dagli studi sulla neotettonica dell'area (fig. 7) risulta che la zona in oggetto è stata

interessata dal Pliocene inferiore e per tutto il Pleistocene da una lenta subsidenza non compensata del tutto dalla sedimentazione; tra la fine del Pleistocene e l'Olocene inferiore il motivo tettonico predominante è l'abbassamento continuo e generalizzato di tutta l'area in esame, così come probabilmente anche in buona parte della pianura padana. Tale abbassamento non è da considerarsi uniforme, ma differenziato, con spessori diversi dei sedimenti. L'elemento lineare sviluppatosi in questo periodo nella zona considerata è la "faglia dei Laghi di Mantova", la cui presenza non è certa ma potrebbe essere la causa della brusca deviazione del fiume Mincio all'altezza delle Grazie. Dall'Olocene inferiore ad oggi si sarebbe avuto l'abbassamento relativo seguito da stabilità nell'area a N della faglia e una continua e lenta subsidenza a S di essa.

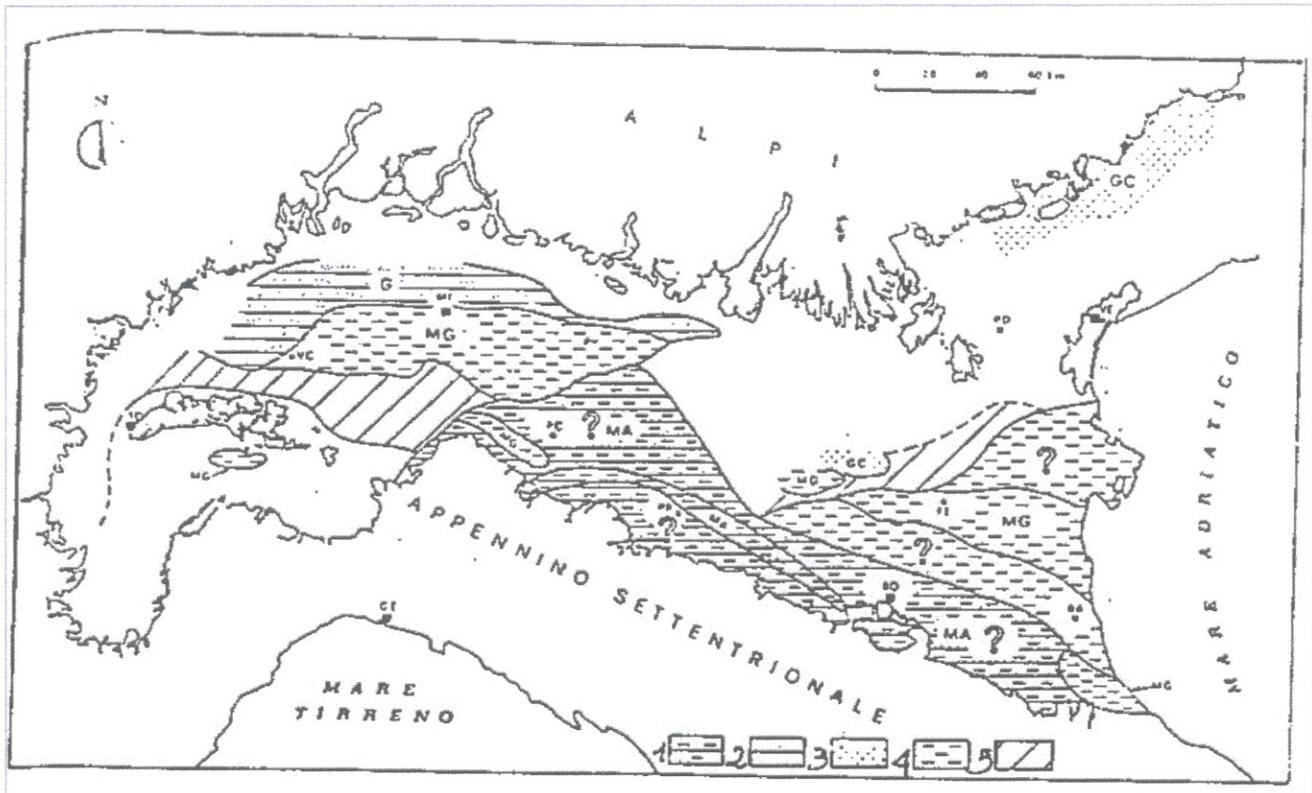


Figura 2: Bacino padano: carta delle litofacies nel Langhiano. 1: Marnoso-arenacea (MA); 2: Gonfolite (G); 3: Glauconie di Cavarella (GC); 4: Marne di Gallare (MG); 5: aree emerse (da Dondi, 1985).

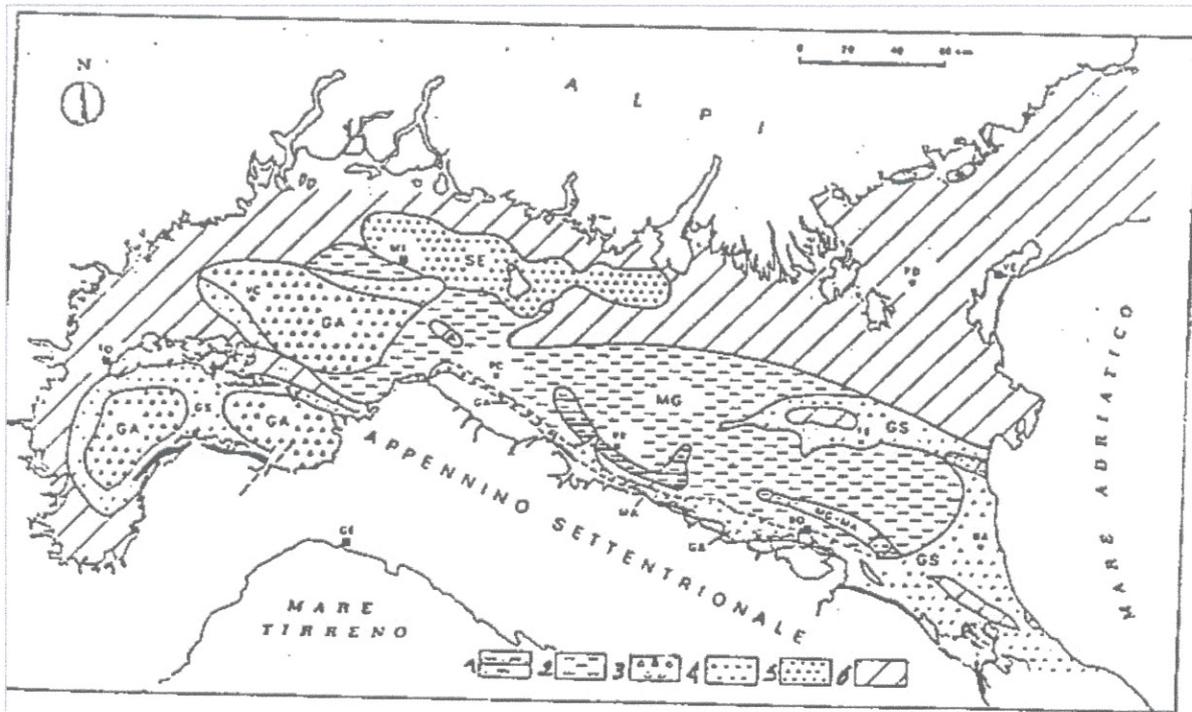


Figura 3: Bacino padano: carta delle litofacies nel Messiniano pre-evaporitico e evaporitico. 1:Marnoso-arenacea (MA); 2:Marne di Gallare(MG);3:Gesso-areniti(GA); 4:Gessoso-solfifera(GS);5:Ghaie di Sergnano (SE); 6:aree emerse (Dondi, 1985).

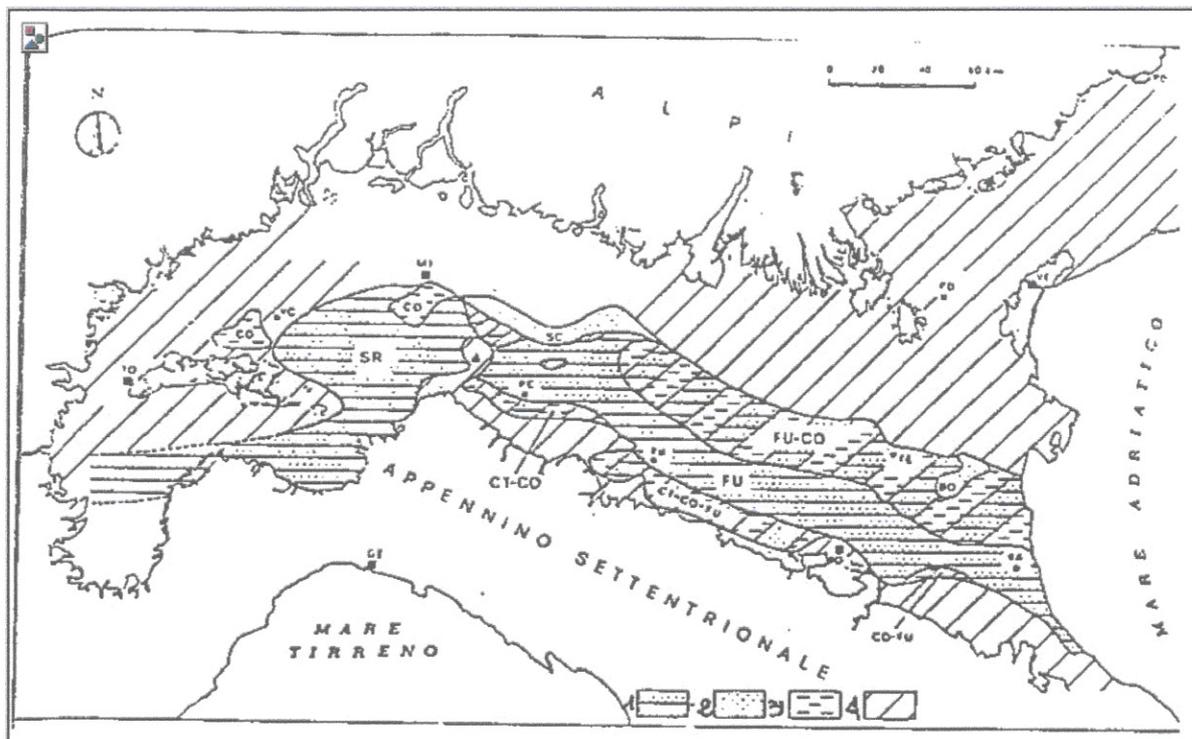


Figura 4: Bacino padano:carta delle litofacies, Messiniano post-evaporitico 1:(SR) Sartirana e Fusignano (FU);2:Sabbie di Civiaga(SC), di Cortemaggiore(CT) e Conglomerati di Boreca (BO); 3Argille a Colombacci (CO); 4:aree emerse (Dondi, 1985).

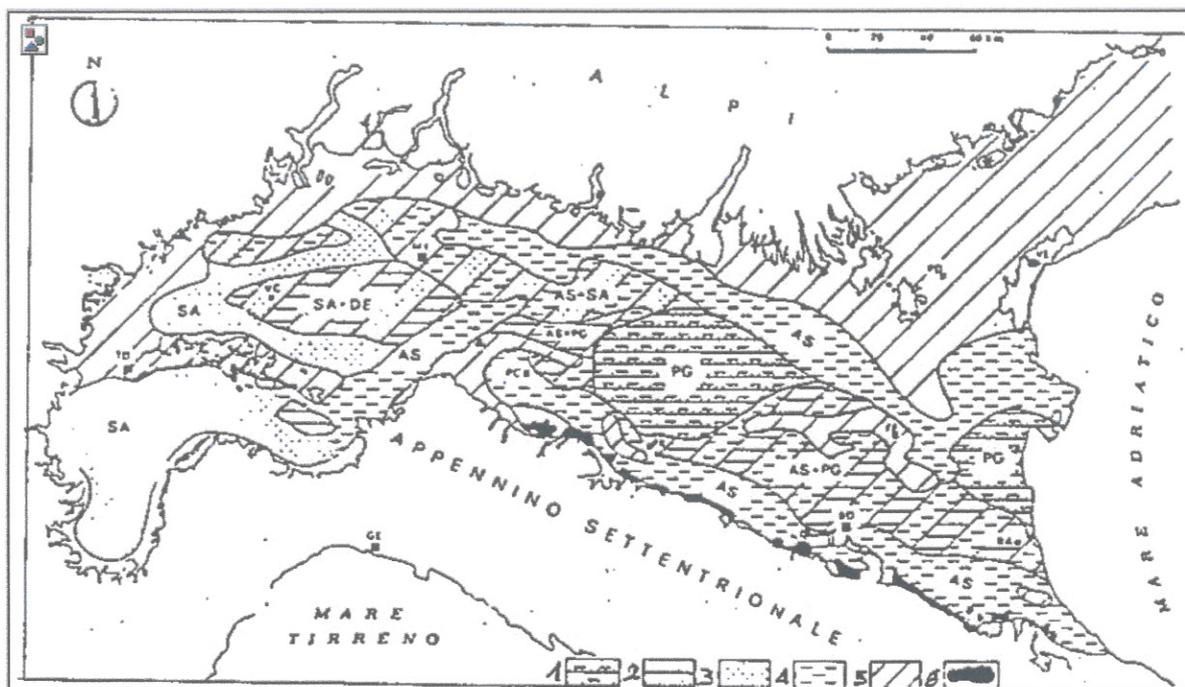


Figura 5: Bacino Padano: carta delle litofacies nel Pliocene medio e superiore. 1: Porto Garibaldi(PG); 2:Sabbie di Desana (DE) e Porto Garibaldi (PG);3: Sabbie di Asti (SA); 4: Argille del Santerno (SA); 5: aree emerse; 6: affioramenti (Dondi, 1985)

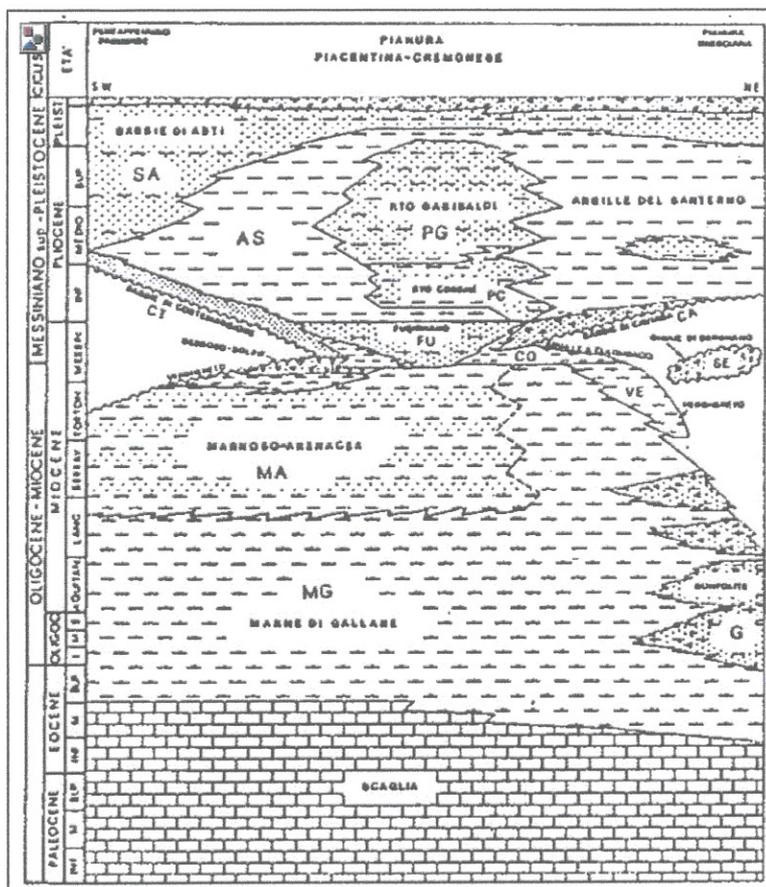


Figura 6: Rapporti litostratigrafici nell'area centrale padana (Dondi, 1985)

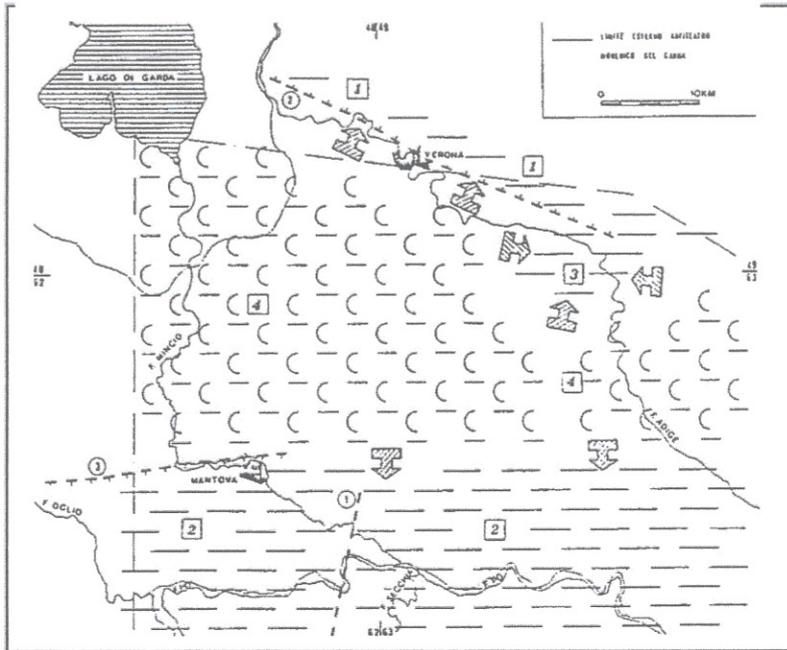


Figura 7: Carte neotettoniche relative all'intervallo tra 18.000 anni fa e l'attuale

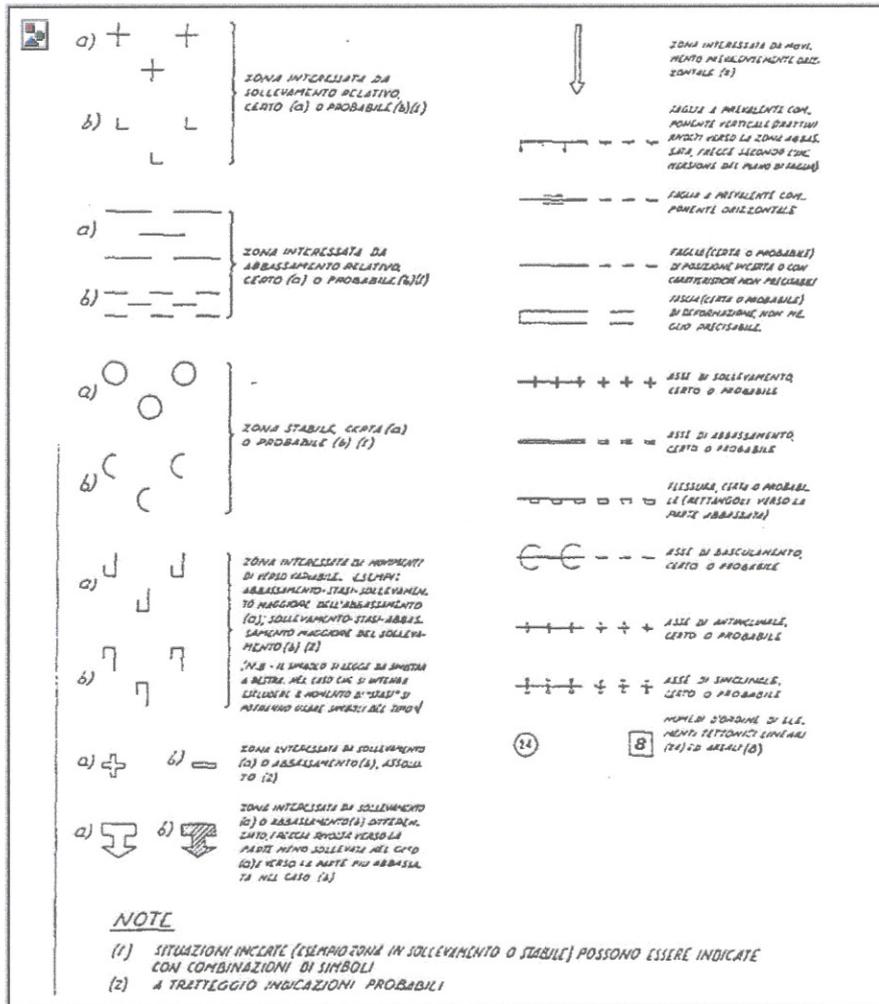


Figura 8: Legenda relativa alle carte neotettoniche di fig.3.8a (1980)

3.7 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

Le caratteristiche idrologiche sono in stretta connessione con gli andamenti topografici, la rete di drenaggio superficiale e la granulometria dei depositi superficiali. Mentre le falde superficiali sono alimentate quasi esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche e dalle perdite di subalveo dei corsi d'acqua, quelle più profonde vengono influenzate dagli apporti idrici posti più a monte.

Dal punto di vista morfologico gli scaricatori fluvio-glaciali, torrenti originatisi alle pendici dei ghiacciai presenti nelle fasi climatiche interglaciali, hanno costruito un sistema di pendenze con dossi e bassure ad allineamento preferenziale N.NO-S.SE. In relazione ai principali parametri idrogeologici quali spessore e piezometria, le falde sotterranee della Provincia di Mantova sono comunemente suddivise in 5 unità idrogeologiche principali:

Unità delle colline moreniche: collocata nella porzione settentrionale del territorio mantovano, a ridosso dell'arco morenico frontale del Garda. Su materiali così permeabili e con morfologie così marcate, la possibile presenza di una falda è da considerarsi molto limitata sia arealmente che quantitativamente, così come testimoniato dall'abbondante presenza di colture a vite, piante che presentano un basso fabbisogno idrico. È possibile eventualmente incontrare falde effimere, di tipo sospeso, legate a particolari eventi meteorici, che riempiono sacche a bassa permeabilità all'interno dei depositi morenici. In profondità sono presenti acquiferi più continui, di cui è possibile ricostruire la piezometria.

Unità pedecollinare: posta subito a Sud della precedente, occupa la piana ciottolosa - ghiaiosa- sabbiosa detta *Sandur*, antistante alle colline moreniche. Risulta costituita dalla coalescenza delle conoidi fluvio-glaciali e fluviali originarie dagli scaricatori del bacino glaciale del Benaco. L'acquifero superficiale è a pelo libero, ed il suo confine meridionale è rappresentato dalla fascia di emergenza dei fontanili. Costituisce la tipica area di ricarica degli acquiferi posti più a S: la direzione di flusso è principalmente diretta da N-NW a S-SE. Gli acquiferi più profondi sono generalmente in pressione. L'asta del fiume Mincio corrisponde ad un'asse di drenaggio sotterraneo, mentre il fiume Chiese alimenta l'acquifero.

Unità del sistema Oglio-Chiese: essa occupa l'area più occidentale del territorio della Provincia di Mantova. In essa sono distinguibili due sottozone, individuate rispettivamente a N ed a S del fiume Oglio, nelle quali il gradiente idraulico si dimezza (dal 2 all'1‰) spostandosi dalla prima alla seconda. Uno spartiacque importante divide questa unità idrogeologica da quella posta subito ad Est (medio mantovano), struttura che impedisce scambi idrici tra le due unità confinanti. Il flusso sotterraneo avviene in direzione N-S nella parte settentrionale, mentre si dispone in senso NW-SE al passaggio con l'unità del Po.

Unità del medio mantovano: essa occupa il territorio compreso tra la fascia pedecollinare ed il fiume Po e confina con l'unità dell'Adige ad Est, con la quale ha importanti scambi idrici. Il Fiume Mincio svolge un'importante azione drenante sulla falda e questa azione di richiamo differenzia il gradiente idraulico a seconda della distanza dall'asta fluviale. Il flusso sotterraneo è prevalentemente in direzione NNW-SSE fino nei pressi della città di Mantova, al di sotto della quale esso ruota gradualmente in direzione W-E (effetto del drenaggio operato dal fiume Po e dal basso Mincio).

Unità del Po: essa occupa la parte più meridionale della Provincia mantovana. In sinistra idrografica essa interagisce con l'Unità del sistema Oglio-Chiese e con quella del Medio mantovano, mentre in destra idrografica essa sfuma, senza limiti segnati da spartiacque sotterranei, nel sistema idrogeologico della pianura emiliana. Il flusso sotterraneo è orientato in direzione W-E. La piezometria risente del regime idrometrico del fiume Po. I limiti tra le varie unità non sono netti e ben definibili, per cui le varie unità devono essere intese come aree di influenza di acquiferi con caratteristiche prevalenti.

4.0 RISULTATI DEL RILEVAMENTO

4.1 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOPEDOLOGICO

Nel rilevamento geologico gli aspetti geomorfologici e geopedologici sono essenziali per interpretare l'evoluzione degli eventi geologici di un dato territorio.

Successivamente alla raccolta dei dati bibliografici sono state eseguite le ricerche direttamente in campagna, seguendo percorsi stradali esistenti e i sentieri di campagna, nel complesso sono stati percorsi circa 500 km, nel periodo che va dal 18/08/2003 al 30/08/2003.

Il rilevamento di campagna, sicuramente necessario, ha lo scopo di osservare direttamente le forme della superficie terrestre, identificare cioè i lineamenti più significativi dei processi di modellamento superficiale operati dagli agenti esogeni.

Le osservazioni effettuate in campagna, alla scala 1:10.000, sono state riportate nelle C.T.R. della regione Lombardia in scala 1:10.000. Dopo una fase di rielaborazione si è arrivati alla stesura della Carta Geomorfologica alla scala 1:10.000.

L'intero territorio comunale di Roverbella è collocato, dal punto di vista geomorfologico, nella Zona dell'Alta Pianura Mantovana, per la parte caratterizzata da terreni superficiali ciottolosi-ghiaiosi-sabbiosi; mentre la porzione restante, posta più a sud, si colloca nella media pianura mantovana, caratterizzata da terreni limo-sabbio-argillosi.

Il territorio è, infatti, pianeggiante, e le quote topografiche risultano comprese tra 28 m s.l.m. e 60 m s.l.m.; la pendenza media si aggira intorno allo 0,3% con direzione da nord-ovest a sud-est.

Come nella maggior parte della Pianura Padana, le forme del paesaggio ed i processi attivi individuati sono dovuti principalmente alle acque superficiali e all'azione antropica.

L'azione di modellamento fluviale operato si deve essenzialmente ai corsi fluviali che anche oggi attraversano il territorio, e la cui presenza ha lasciato traccia rilevabile nel Comune Roverbella sotto forma di numerosi paleoalvei, come quelli solcati dal Canale Allegrezza e dal Fosso Palfiere a sud di Castiglione mantovano. Ancora più ad Est, fino a Canedole, si trova un'altra serie di paleoalvei imputabili ai canali Molinella e Fossetta.

Altre tracce di paleoalveo vengono segnalate in bibliografia, ma il rilevamento di campagna non ne ha confermato l'esistenza. Verosimilmente il motivo potrebbe essere ricercato nell'azione modificatrice esercitata dall'uomo che inevitabilmente altera e, nella maggior parte dei casi, cancella le morfosculture naturali.

La maggior parte del territorio comunale si presenta occupata prevalentemente da un'unica superficie morfologica, che si estende da nord a sud, degradando con una leggerissima pendenza verso S-E. Si tratta della parte della media pianura fluvio-glaciale costituita da

secondo la U.S.D.A. Soil Taxonomy, come Alfisuoli.

A partire dalla fascia centrale del territorio comunale e andando in direzione sud, la regolarità di questa superficie geomorfologica è interrotta dalle incisioni operate da antichi alvei fluviali, oggi spesso occupati canali. Tali incisioni rappresentano pertanto tracce di paleoalveo. Tra questi si segnalano quello tra Castiglione Mantovano e Canedole e quello che da S. Lucia si sviluppa verso sud-est. Si tratta di vallecicole con larghezza media di 50 m, qualificate da scarpate, tra le due superfici, che spesso raggiunge anche i 50 m di larghezza, dando luogo a delle vere e proprie superfici di raccordo.

I suoli presenti in questi paleoalveo si caratterizzano per essere moderatamente profondi, spesso limitati dalla falda e dal substrato a tessitura da grossolana a moderatamente grossolana, a drenaggio lento. Questi suoli risultano prevalentemente classificati, secondo la U.S.D.A. Soil Taxonomy, come Entisuoli o Inceptisuoli.

Nella carta geomorfologica i bordi dei paleoalvei sono indicati come orli di scarpata fluviale, e rientrano tra le forme e processi delle acque correnti superficiali.

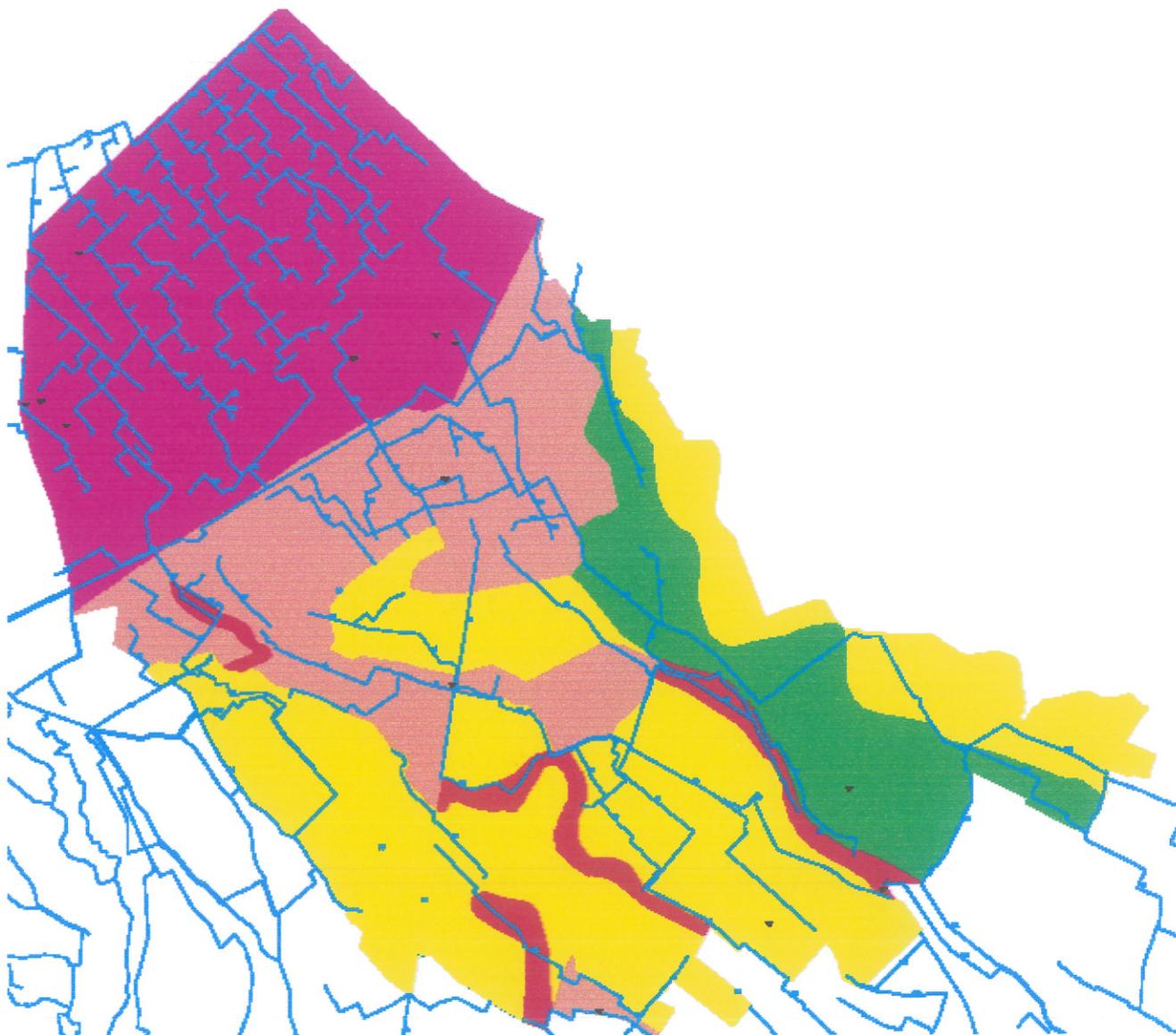


Figura 9: Carta Geomorfologica semplificata.

LEGENDA

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PRODOTTI DA ACQUE SUPERFICIALI.

-  Orli di scarpata tra terrazzi morfologici di origine fluviale.
-  Paleovalvi, con depositi sabbio-limosi, talvolta ghiaiosi. Area a morfologia depressa.
-  Alluvioni ciottolosi-ghiaioso-sabbiose. Alluvioni antiche pre-Gliozzolo, con evidente ferruginizzazione. Depositate dall'azione di ruscellamento diffuso proveniente dall'area morenica.
-  Alluvioni sabbio-ghiaiose. Superfici di transizione dell'Alta alla Media Pianura mantovana. Gliozzolo.
-  Alluvioni limo-sabbiose. Superfici stabili interposte a paleovalvi.
-  Alluvioni limo-argillose. Superfici stabili interposte a paleovalvi.

FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI

-  Cava, Cavità artificiale.

IDROGRAFIA

-  Corsi d'acqua perenne (il numero è riferito alla codifica del Consorzio di Bonifica).
-  Confine comunale.

Figura 10: Legenda Carta Geomorfologica

Un ruolo da primo attore tra gli agenti del modellamento della superficie terrestre spetta certamente all'uomo e alle attività che svolge. Da quando si è diffusa l'importantissima pratica dell'agricoltura (neolitico), l'uomo ha iniziato a recitare una parte senz'altro unica sul suolo. Basta fare un po' di attenzione per renderci conto di quanto l'uomo abbia modificato, secondo gradi diversi, l'ambiente terrestre. La Pianura Padana attuale, per esempio, è diversa da quella originale, che era caratterizzata dalla presenza diffusa di boschi (con querce su suoli argillosi e, salici e pioppeti su quelli sabbiosi ancora rappresentati a Bosco Fontana nel Comune di Marmirolo) e di meandri non canalizzati. Il primo intervento umano importante è stato la rimozione della vegetazione naturale per l'insediamento delle colture agricole, provocando una forte irradiazione solare delle superfici e di conseguenza un drastico abbassamento del contenuto organico del suolo. L'inquinamento ambientale, conseguenza della Rivoluzione Industriale, ha una notevole importanza nell'alterazione dell'equilibrio morfologico.

In positivo l'uomo ha cercato di rendere coltivabili superfici paludose, eseguendo bonifiche. Si può quindi dire che il "fattore uomo" sta diventando sempre più importante e sempre più incisivo rendendo dunque necessario circoscriverne le azioni.

L'impatto dell'attività antropica nel territorio di Roverbella è evidente sia nelle zone abitate che in quelle agricole. Le principali modificazioni operate nel territorio comunale riguardano interventi idraulici, tra i quali si segnalano la rettifica di alcuni corsi d'acqua e l'escavazione dei vari canali artificiali.

Sono state rilevate anche delle cave sia sopra che sotto falda, ma si tratta tuttavia di aree non più interessate da attività estrattiva.

Il territorio comunale di Roverbella conserva in gran parte l'originale aspetto geomorfologico, a vantaggio della tutela del paesaggio.

5.1 RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TETTONICO

5.1 RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il rilevamento geolitologico consiste nella definizione della litologia affiorante nel primo sottosuolo, entro una profondità media di 1-2 m e nella loro datazione. Contemporaneamente al rilievo geomorfologico sono state effettuate le osservazioni litologiche alla scala 1:10.000.

Il metodo utilizzato è consistito nell'analisi di campioni di terreno a profondità comprese tra 0,20 e 1 m, ed applicando il procedimento noto come "Shaking test", che prevede l'analisi granulometrica speditiva in sito mediante osservazione visiva e tattile diretta della litologia.

Altre indagini geologiche di campagna sono state effettuate su incarico del Comune di Roverbella, e consistono in quattordici penetrometrie di cui tredici penetrometrie dinamiche pesanti (DPSH) ed una penetrometria statica (CPT).

Le penetrometrie eseguite consentono di ricostruire la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento, e di individuare i parametri geotecnici ed idrogeologici per la corretta impostazione progettuale.

Il penetrometro utilizzato, nelle DPSH, è di tipo dinamico tipo "Superpesante" o "Standard Cone Penetration Test". I dati tecnici del penetrometro sono i seguenti:

- Peso massa battente 73,00 kg
 - Altezza di caduta (volata): 0,75 m
 - Diametro della punta conica 0,0507 m
 - Area di base punta conica 20,00 cmq
 - Angolo apertura punta 60°
 - Lunghezza delle aste 0,90 m
 - Peso aste per metro 6,00 kg
 - Avanzamento punta 0,30 m

Durante le prove si è proceduto a registrare il numero di colpi necessari all'affondamento della punta del penetrometro di 30 centimetri, secondo quanto previsto dalle procedure standard.

Per la prova penetrometrica statica, CPT, è stato usato un penetrometro tipo "Gouda". I dati tecnici del penetrometro sono i seguenti:

- Peso massa 12,00 t
 - Area della punta 10,00 cmq
 - Area del manicotto 150,00 cmq

- Passo di lettura	0,30 m
- Lunghezza delle aste	1,00 m

L'esecuzione di queste prove geognostiche è da ritenersi indispensabile e propedeutica allo studio del territorio perché consente di conseguire i seguenti obiettivi:

- Conoscenza della stratigrafia del terreno dei primi 5-10 m di profondità.
- Conoscenza dei parametri geotecnici dei primi 5-10 m di profondità.
- Rilevazione delle condizioni idrogeologiche presenti.

Le quattordici prove sono state effettuate nei giorni che vanno dal 01/09/2003 al 03/09/03, e sono state realizzate nelle aree che rappresentano le possibili aree d'espansione o di completamento urbanistico del territorio comunale di Roverbella.

I risultati dettagliati delle prove penetrometriche sono illustrati nell'Allegato 2: Caratteristiche geotecniche.

Dal punto di vista bibliografico si è fatto riferimento alla Carta Geologica di A. Cozzaglio Foglio Mantova anno 1933 e alla documentazione geologica agli studio svolti dall'ERSAL.

Nel territorio comunale non affiorano Formazioni rocciose di tipo cristallino, così come non sono presenti "massi erratici" di origine glaciale (A. Cozzaglio Carta Geologica, Foglio Mantova, 1933).

La litologia superficiale è molto variabile procedendo da nord-ovest verso sud-est, passando da depositi sciolti di origine fluvioglaciale o fluviale a granulometria grossolana fino ad arrivare a terreni dove prevalgono i termini a granulometria prevalentemente fine, come limi ed argille.

Dal punto di vista tettonico dal rilievo superficiale non emergono dati relativi alla presenza di elementi superficiali quali faglie o sovrascorrimenti; ma non si esclude che a grandi profondità possano esserci elementi tettonici quali faglie. Dagli studi di neotettonica dell'area (C.N.R. Carta della Neotettonica) risulta che dal Pliocene e per tutto il Pleistocene è attiva una lenta subsidenza non compensata dalla sedimentazione. Alcuni autori accennano alla presenza di una faglia denominata "Faglia dei laghi di Mantova" a cui attribuire la causa della brusca deviazione da sud verso est del fiume Mincio presso la località Grazie.

In generale la litologia è costituita da una successione di alluvioni databili dal Pleistocene all'Olocene, graduate da monte a valle lungo un piano inclinato, la cui lieve pendenza e la conseguente graduale perdita di carico delle acque hanno favorito una cernita granulometrica dei materiali.

Il naturale bacino di alimentazione dei materiali depositatisi è rappresentato dagli accumuli morenici glaciali della cerchia del Garda e da altri materiali eterogenei rimaneggiati e trasportati dall'antico Mincio e dagli scaricatori minori. Le alluvioni presentano una

paragenesi mineralogica che ci permette di riconoscere come originale bacino di provenienza le alpi trentine. I materiali hanno infatti una composizione prevalentemente calcarea con rari porfidi quarziferi di provenienza altoatesina.

Nel nord del territorio, come precedentemente accennato, prevalgono le alluvioni ciottolose/ghiaiose in matrice sabbiosa, rappresentate da alluvioni antiche (pre Oloceniche) in cui si sono rilevati evidenti gli effetti di una ferrettizzazione che ha portato alla genesi di orizzonti più compatti di colore rossiccio; tali depositi sono conseguenti all'azione di ruscellamento diffuso verificatasi sui depositi morenici settentrionali.

Immediatamente a sud è presente una zona di transizione, tra l'Alta Pianura Mantovana e la Media Pianura Mantova, caratterizzata da litologie superficiali oloceniche a componente sabbioso ghiaiosa. La struttura di tali litologie ha subito modifiche a seguito dell'azione di dilavamento operata dalle risorgive presenti in questa fascia.

Nella porzione centro meridionale del territorio comunale, e lungo il confine a sud-est prevalgono i terreni a composizione principalmente limo sabbiosa solcati da strutture di paleoalveo, riconoscibili per la morfologia depressa rispetto all'intorno geografico, sede di depositi sabbiosi limosi a tratti ghiaiosi.

In una fascia che corre parallelamente, lato est, al Fosso Secchiarolo con un andamento complessivo da Nord Verso Sud si è rilevata un'area ricca di termini fini con posta da alluvioni limo-argillose.

5.2 ASPETTI SISMOLOGICI

Nella recente riclassificazione delle zone a rischio sismico (ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri, 20 marzo 2003), il comune di Roverbella non fa parte dei comuni con rischio sismico.

L'area risente della sismicità dell'area gardesana-bresciana, e di quella veronese, classificate come sismiche. I centri attivi più prossimi all'area in esame sono quelli del Sistema Verona-Brescia (Gomito del Garda), la Struttura di Sanguinetto e la Struttura di Mantova. La distribuzione in profondità dei terremoti, ricavata dai dati storici e verificata da recenti registrazioni, permette di verificare che nella zona del Garda la profondità ipocentrale è minore di 10 km sulla sponda orientale e maggiore di 10 km sulla sponda occidentale. Per ciò che concerne l'intensità sismica (I), il massimo terremoto storico con $I = X$ MCS si è verificato nel 1117 nel veronese pedemontano, con epicentro a circa 40 km dall'area in esame. Secondo recenti studi dell'ENEL, l'area in oggetto presenta una distribuzione della massima intensità storica dei terremoti (periodo 1000-1983) del VII-VIII° grado della scala Mercalli (MCS), soprattutto per effetto dei sismi con epicentro nell'area bresciana e veronese.

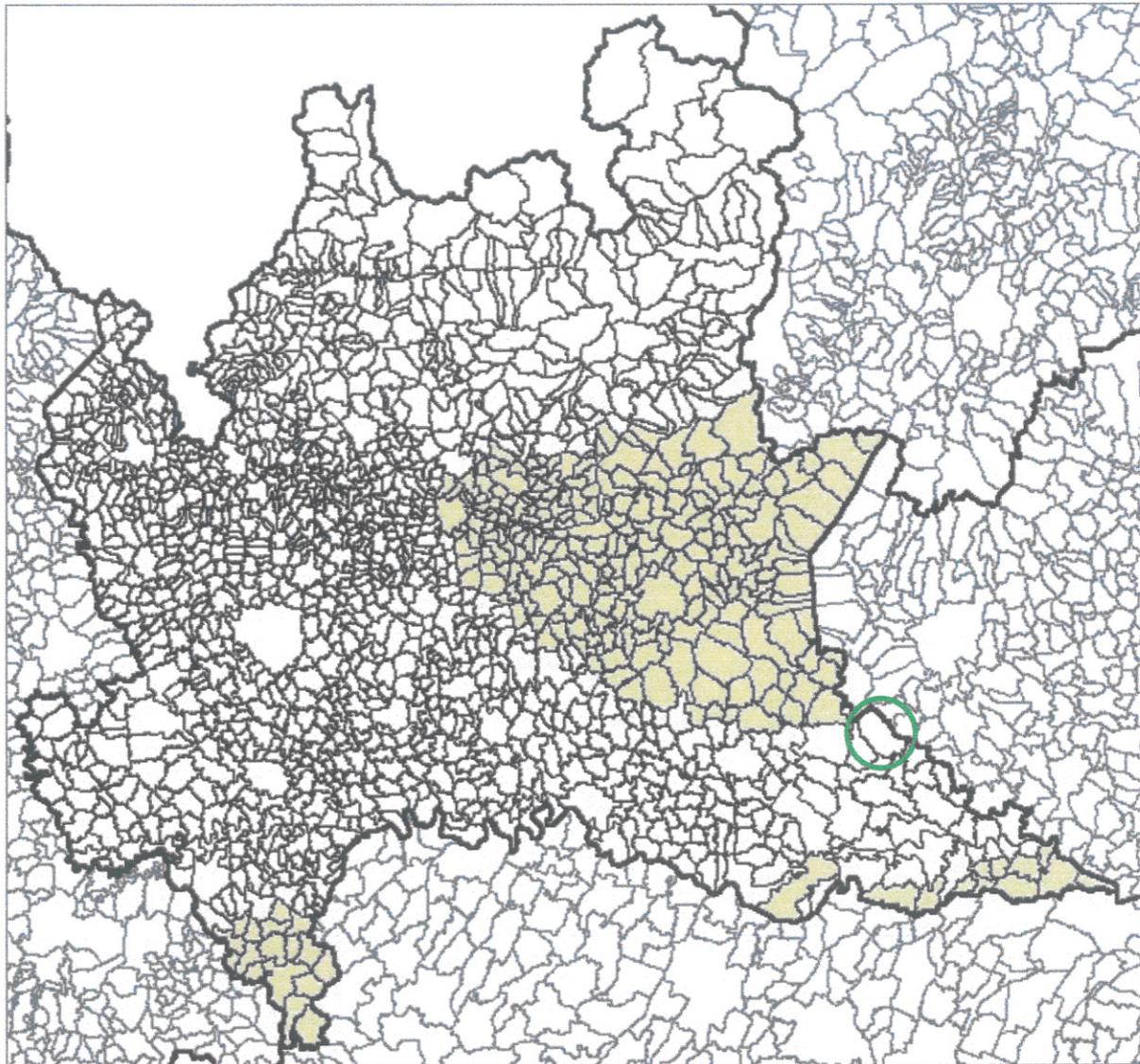
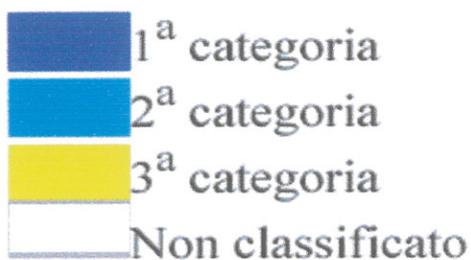


Figura 12: Rappresentazione comuni sismici della regione Lombardia secondo la proposta di riclassificazione del Servizio Sismico Nazionale (Roma, 1998).

Fig **Proposta di riclassificazione**



6.1 RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO

L'indagine idrogeologica è stata effettuata partendo da un'analisi della bibliografia sull'idrogeologia del territorio mantovano, si è poi passati all'osservazione del territorio del Comune di Roverbella direttamente in campagna.

La situazione dell'acquifero è illustrata nella Carta Idrogeologica allegata, redatta in base al rilevamento idrogeologico condotto in tutto il territorio comunale. Il rilevamento idrogeologico è consistito nella misurazione della profondità della prima falda freatica direttamente nei pozzi, ispezionabili, presenti nel territorio di Roverbella.

Il rilevamento idrogeologico è stato realizzato nei giorni di 28-29-30/08/03, in un momento in cui la falda risente delle irrigazioni agricole, che ne fa innalzare il livello della falda acquifera. I dati ottenuti sono i seguenti:

Tabella 3: Elenco pozzi utilizzati per misure della falda acquifera superficiale

Numero punto di misura	Località	Data del rilievo	Soggiacenza falda da p.c. (m)	Quota assoluta superficie falda (m s.l.m.)
1.	Pellaloco	28/08/03	-1.3	41.5
2.	Pellaloco	28/08/03	-1.4	40.0
3.	Pellaloco	28/08/03	-1.3	39.0
4.	Pellaloco	28/08/03	-1.5	43.5
5.	Pellaloco	28/08/03	-1.5	43.5
6.	Malavicina	28/08/03	-2.2	48.0
7.	Malavicina	28/08/03	-2.7	49.0
8.	Malavicina	28/08/03	-3.2	49.0
9.	Malavicina	29/08/03	-6.0	50.0
10.	Pavesa	29/08/03	-1.5	41.5
11.	La Bassa	29/08/03	-1.5	41.5
12.	Fienili	29/08/03	-0.5	40.0
13.	Castiglione M.no (C.te Boccalina Vecchia)	29/08/03	-1.7	31.0
14.	Canedole	29/08/03	-1.2	30.0
15.	Canedole (Cà Mantovana)	30/08/03	-2.0	28.0
16.	Foroni	30/08/03	-1.3	43.0
17.	Castiglione M.no (Industria San Carlo)	30/08/03	-1.3	34.0
18.	Santa Lucia	30/08/03	-1.3	33.0
19.	Castiglione M.no (Cà Prestinari)	30/08/03	-1.7	33.0

20.	Roverbella (Sei Vie)	30/08/03	-7.0	52.0
21.	Belvedere	30/08/03	-1.9	49.0
22.	Roverbella (ex Caseificio Mori)	30/08/03	-1.8	44.5
23.	Roverbella (B.go Venezia)	30/08/03	-1.5	42.0
24.	Roverbella	30/08/03	-1.5	41.0

La Provincia di Mantova appartiene al grande bacino idrogeologico padano.

La maggior parte delle falde in esso residenti, utilizzabili a fini idropotabili e non, sono localizzate all'interno dei depositi fluvioglaciali e fluviali che a partire dal Pleistocene medio – superiore, fino all'Olocene, hanno colmato il bacino compreso tra il fronte alpino a N ed appenninico a S.

Si tratta di depositi continentali, sovrapposti a rocce sedimentarie carbonatiche mesozoiche a N ed a Formazioni prevalentemente pelitiche Plio-pleistoceniche nel settore appenninico. Il limite inferiore delle acque sotterranee utilizzabili è costituito fisicamente dall'interfaccia acque dolci – acque salate: essa è localizzata, in linea di massima, nel passaggio Pleistocene – Olocene.

Tale separazione però non è mai netta, ma frequentemente presenta facies transizionali: la sua profondità varia mediamente intorno a 300 – 400 m, con approfondimenti significativi presso i laghi di Mantova (500 m) ed in corrispondenza della confluenza Oglio – Chiese.

Le condizioni al contorno sono variabili: a N è sensibile l'influenza del Lago di Garda, ad E ed a W l'acquifero sfuma negli acquiferi limitrofi (acquiferi occidentali e sistema idrico dell'Adige), con i quali si determinano notevoli scambi idrici. Stessa situazione a S, dove l'acquifero del Po influenza in modo notevole la circolazione idrica sotterranea.

La ricarica dell'acquifero è assicurata dalle infiltrazioni meteoriche nella zona prossima al sistema morenico frontale del Garda, dalle dispersioni di subalveo dei corsi d'acqua principali, dagli apporti degli acquiferi al contorno e dello stesso Lago di Garda.

6.2 IDROGRAFIA SUPERFICIALE DEL TERRITORIO COMUNALE

Il vasto territorio del comune di Roverbella, con più di 6000 ha di superficie, dal punto di vista della gestione dei canali irrigui, fa parte del comprensorio del Consorzio di Bonifica della Fossa di Pozzolo.

Questa superficie, pur restando collocata nell'alta-media pianura mantovana, risulta essere inclinata nel suo sviluppo totale, infatti troviamo quote assolute, nella zona a Nord, pari a 60 m s.l.m., mentre a Sud-Est le quote sono di circa 30 m s.l.m..

Sono presenti altri punti di particolare interesse, come la zona al confine con la provincia Veronese nei pressi di Canedole, in cui è presente una falda acquifera molto superficiale, al punto dall'essersi verificato l'interessante fenomeno dei fontanili, dove la falda freatica viene a giorno per affioramento o sbarramento, in corrispondenza del passaggio fra i depositi fluvioglaciali con caratteristiche litologiche e di permeabilità diverse. Negli anni ottanta è stato sufficiente il verificarsi precipitazioni piovose di 211 mm in 4 ore per rendere inondate queste aree e si ritiene in ogni caso che piogge meno intensi provochino ugualmente il verificarsi del fenomeno. In ogni caso le aree a rischio idraulico, che vedremo delineate in una tavola successiva, appartengono tutte ad un livello di rischio "Moderato".

Il comune di Roverbella è molto ricco di canali, che possono avere funzione di bonifica, al fine di rendere il terreno meno acquitrinoso. Questi canali colatori hanno portata media di circa 300-350 l/s, in tempo di pioggia (valori relativi ad un tempo di ritorno di 8-10 anni) possono arrivare facilmente a 500 l/s. I canali invece con funzione dispensatrice hanno portata media abbastanza costante attorno ai 300 l/s.

L'alimentazione dei canali avviene per lo più mediante derivazioni artificiali dal Fiume Mincio, specialmente nel periodo irriguo, in particolare dalla Fossa di Pozzolo.

La rete idrografica locale, che presenta una struttura prevalentemente ordinata tipica delle aree ad intensa attività rurale, presenta una differenza tra la porzione nord e la porzione sud del territorio in esame. La zona a sud, complice la presenza di litologie a granulometria più fine a minor permeabilità per porosità, è sede di una rete irrigua a capillare distribuzione che affianca una rete naturale ben definita a regime permanente, cosa che difficilmente si realizza nella zona settentrionale dove l'elevata permeabilità dei litotipi riduce drasticamente il ruscellamento superficiale, conferendo al sistema idrico, sia a quello naturale quanto a quello artificiali, un regime saltuario regolato esclusivamente dalle stagioni piovoso o dai periodi di irrigazione.

Riportiamo di seguito una tabella contenente un elenco di tutti i canali dell'intero territorio comunale con le caratteristiche di funzione.

Tabella 4: Elenco acque pubbliche (Legge 523) e reticolo di bonifica (Legge 368)

Prog. Consorzio	Nome	Legge	Uso	Consorzio competente
38	Fossa di Pozzolo	523	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
39	Molinella	523	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
40	Gardesana	523	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
43	Gardesana di Pellaloco	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
44	Fontanile della Pioppa	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
45	Scolo pubblico o fontana del tormine	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
46	Fontanone di Pellaloco	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
47	Secchiarolo	368	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
48	Secchiarolino	368	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
49	Fosso guerriero di Canedole	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
50	Condotto alto di Canedole	DPR 11/01/78	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
51	Condotto Prestinare	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
52	Condotto Burlasacco	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
53	Palfier Alto	368	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
54	Fosso Gallo	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
55	Scolo Vittoria Gallo	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
56	Fossamana	523	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
57	Fontana Pierina	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
58	Fontana del Cimitero	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
68	Condotto condomini	DPR 11/01/78	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
72	Scolo Serraiolo o Burlasacco	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
73	Condotto Mussolina	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
74	Fontanile Lupa	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
75	Fontana Rezzana	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
76	Fontanile Oppi	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
77	Fontana Chauvenet	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
78	Fontana Cornalino	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
79	Fontana Don Giulio	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
85	Roggia Tartagliona	523	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
86	Rio Derbasco	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
87	Cavo Allegrezza	523	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
88	Seriola Battistella	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
89	Fosso Magri	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
93	Fosso Quagliotto	368	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
94	Scolo Palfierino o Palfier Basso	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
95	Condotto Palfierino	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
100	Sintalonga Cavallare	DPR 11/01/78	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
116	Scolo Maddritto o Colombarotto	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
117	Scolo Cà Mantoane	DPR 11/01/78	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
118	Scolo Oca Graziane	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
120	Essere di Canedole	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
124	Essere di Castelbelforte	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
125	Esseretto di Castelbelforte	523	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
128	Roggia Essere	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
256	Colatore del Casone	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
257	Colatore di Roverbella	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
258	Colatore Bergamasca	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
259	Colatore dei Fienili	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo

260	Colatore di Pellaio	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
263	Canale Maestro	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
280	B del Delio	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
281	B1 dei Barbari	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
282	C della Bergamasca	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
283	D della Bergamasca	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
284	E1 di Belvedere	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
285	E2 di Belvedere	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
286	F di Malavicina di mezzo	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
287	G1 di Malavicina di mezzo	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
288	G2 di Malavicina di sopra	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
307	Condotto S. Giorgio	368	promiscuo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
334	Bocca Canossa	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
337	Condotto Grignana	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
339	Pontine (fontana)	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
340	Pontine (condotto)	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
341	Decima	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
342	Fontana Ferrovia	368	scolo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo
343	Vallarsa	368	irriguo	Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo

Nella Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità, i corsi d'acqua sono stati riportati mantenendo il codice progressivo di classificazione usato dal Consorzio di Bonifica della Fossa di Pozzolo.

6.3 IDROGEOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE

L'analisi idrogeologica del territorio comunale è stata condotta in base alla valutazione dei principali parametri degli acquiferi, in base ai seguenti aspetti:

1. spessore e ubicazione in profondità delle principali falde (falde sospese, in pressione, libere, potenza degli acquiferi ecc.).
2. caratteristiche piezometriche (livelli statici, escursioni stagionali, spartiacque idrogeologici, parametri idraulici quali trasmissività, permeabilità ecc.)
3. chimismo delle falde

A queste caratteristiche vanno aggiunti altri parametri che servono a meglio definire la struttura idrogeologica del sottosuolo:

1. relazioni tra le falde e le acque superficiali
2. litologia superficiale
3. flusso sotterraneo
4. zone di alimentazione degli acquiferi

Alla luce di quanto sopra, il Comune di Roverbella ricade all'interno dell'Unità n.4 detta del Medio Mantovano. Essa è compresa tra la fascia pedecollinare e la sponda sinistra idrografica del fiume Po.

Come precedentemente descritto il territorio comunale presenta una graduale e ben perimetrata variazione granulometrica delle litologie con un gradiente che presenta direzione da nord-ovest a sud-est. La struttura dell'acquifero è in diretta relazione con le caratteristiche geolitologiche della litologia superficiale.

La falda freatica si incontra a profondità variabili da 5÷6 m nella zona settentrionale del territorio comunale a 1÷2 m nella zona meridionale, come indicato anche dalle isofreatiche riportate nella carta tematica. L'andamento delle isolinee è leggermente arcuato, con un gradiente idraulico medio pari a 0,30%; la direzione di deflusso che è diretta da nordovest verso sudest. Le relazioni tra livelli piezometrici e alimentazione della falda ha evidenziato una forte interferenza indotta dalle acque di irrigazione, nel periodo maggio-settembre.

La trasmissività ha valori compresi tra 1 e 1,5 E-02 mq/s.

La conducibilità idraulica ha può essere inquadrata secondo questo schema:

- Terreni ciottolosi-ghiaiosi-sabbiosi: K varia da 10 E-01 a 10 E -02 cm/s.
- Terreni sabbio-ghiaiosi: K varia da 10 E-02 a 10 E -03 cm/s.
- Terreni limo-sabbiosi: K varia da 10 E-03 a 10 E -04 cm/s.
- Terreni limo-argillosi: K varia da 10 E-04 a 10 E -05 cm/s.

Le portate specifiche dell'acquifero fino a 100 m di profondità sono dell'ordine di 15/l/s x m. Nella tabella di seguito riportata sono indicati i pozzi individuati sul territorio comunale in base ai dati forniti dalla Provincia di Mantova, e rappresentati nella "Carta Idrogeologica della vulnerabilità". Per l'identificazione del numero del pozzo occorre utilizzare il file e cliccare sull'oggetto pozzo e vedere in proprietà.

Tabella 5: Elenco pozzi censiti

Sigla pozzo	Località
1	Roverbella
2	Roverbella
3	Pellaloco
4	Roverbella
5	Roverbella
6	Roverbella
7	Belvedere
8	Malavicina
9	Roverbella
10	Malavicina
11	Roverbella
12	Roverbella
13	Roverbella
14	Roverbella
15	Roverbella
16	Malavicina
17	Roverbella
18	Corte Strate
19	Cà Nova di S.Lucia
20	Roverbella
21	Canedole
22	Canedole
23	Roverbella
24	Roverbella
25	Belvedere
26	Malavicina
27	Castiglione Mantovano
28	Canedole

Nell'allegato 1 sono rappresentate le stratigrafie dei pozzi censiti.

6.4 VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA

A completamento dello studio idrogeologico redatto nel territorio comunale di Roverbella sono state eseguite l'analisi e la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero freatico locale per adempiere a quanto indicato dalla CEE con la nota "Direttiva nitrati" (91/676/CEE). Per tali motivi l'individuazione cartografica di "zone vulnerabili" appare indispensabile per realizzare un qualsiasi intervento programmatico che voglia regolamentare la buona pratica agricola con la formazione ed informazione degli agricoltori per la tutela e la salvaguardia della risorsa idrica sotterranea. Si definisce:

- **FALDA FREATICA:** il primo corpo idrico sotterraneo, a partire dal piano campagna, la cui superficie è sottoposta ovunque alla pressione atmosferica. Nella nostra zona la falda freatica è localizzabile in materiali con sufficiente grado di permeabilità e di porosità efficace, che garantiscono una portata estraibile utilizzabile. Non si considerano quindi falde freatiche, per gli scopi del presente lavoro, i corpi idrici sotterranei che presentano una portata ed una estensione limitate ed effimere.
- **VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA:** indica la facilità con cui le acque di falda possono essere interessate da fenomeni di inquinamento causati da interventi antropici, mediante infiltrazione o percolazione di sostanze inquinanti. In questo lavoro si considera la vulnerabilità come una grandezza naturale intrinseca dell'acquifero, derivante da situazioni idrogeologiche, geologiche, morfologiche e idrologiche.

Partendo di queste definizioni la vulnerabilità viene ricavata sulla base di una ricostruzione litostratigrafica ed idrogeologica del sottosuolo determinando perciò la permeabilità, lo spessore dei materiali sovrastanti la falda freatica, il tipo di circolazione idrica e le modalità di alimentazione.

Come è noto le metodologie per la costruzione delle cartografie della vulnerabilità sono molteplici: esistono metodologie dette di "zonazione per aree omogenee", quali il metodo CNR/VAZAR, e metodi parametrici, quali il noto metodo statunitense DRASTIC e il metodo SINTACS (CIVITA, 1994).

Il principale vantaggio nell'utilizzo dei metodi parametrici è una maggiore riproducibilità del risultato e la possibilità di confronto tra situazioni idrogeologiche anche notevolmente diverse; questo si ottiene perché i parametri presi in esame sono standardizzati, lasciando il minor spazio possibile all'interpretazione soggettiva e alle valutazioni individuali del dato. L'applicazione di un metodo parametrico prevede, come nel metodo SINTACS, la

costruzione di una serie di carte intermedie che vengono parametrizzate e successivamente sovrapposte e pesate per ottenere una carta di sintesi avente come attributo la sommatoria dei diversi valori. Nel caso del SINTACS le carte intermedie sono relative ai seguenti parametri:

1. **S**oggiacenza,
2. **I**nfiltrazione,
3. Azione del **N**on saturo,
4. **T**ipologia della copertura,
5. Caratteri idrogeologici dell'**A**cquifero,
6. **C**onducibilità idraulica,
7. Acclività della superficie Topografica (**S**lope)

Ovviamente una metodologia parametrica, come la sopra descritta SINTACS, necessita di una notevole mole di dati idrogeologici e quindi non risulta applicabile in quei territori dove le banche dati geologiche-idrogeologiche non sono sufficientemente complete da garantire affidabilità ed attendibilità dei risultati.

In considerazione della situazione geografica del Comune di Roverbella e della quantità di dati reperiti durante la ricerca bibliografica e di campagna, per definire la vulnerabilità intrinseca della falda freatica locale si ritiene di dover seguire la metodologia proposta dal Programma Speciale VAZAR (Vulnerabilità degli Acquiferi di Zone ad Alto Rischio), nel quadro delle ricerche del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). La metodologia adottata permette di valutare la vulnerabilità intrinseca tramite alcuni step operativi:

1. suddivisione del territorio studiato in cinque aree omogenee discretizzate sulla base delle caratteristiche geomorfologiche, geologiche, litologiche e geografiche.
2. redazione della carta della permeabilità dei suoli e dell'immediato sottosuolo, finalizzata a definire il tipo ed il grado di permeabilità verticale ed orizzontale, necessari per determinare la velocità di percolazione verticale e l'eventuale azione di attenuazione (autodepurazione) insita nei diversi terreni e/o la presenza di coperture a bassa permeabilità che agiscono da protezione per i corpi idrici sotterranei;
3. redazione della carta della soggiacenza della falda freatica in fase di piena normale;
4. redazione della Carta idrogeologica e della Vulnerabilità, con evidenziati i principali elementi idrostrutturali quali spartiacque sotterranei, direzione di flusso, rapporti esistenti tra falde e corsi d'acqua.

5. Processo di overlayer per l'identificazione delle zone a omogenea vulnerabilità intrinseca e redazione della matrice di confronto sotto riportata.

La Legenda "VAZAR" permette di classificare il territorio in 6 classi a differente vulnerabilità:

1. Bassissima o nulla
2. Bassa
3. Media
4. Alta
5. Elevata
6. ELEVATISSIMA

La vulnerabilità calcolata è stata inserita nella già citata Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità per creare uno strumento che meglio assembli e valorizzi le conoscenze territoriali connesse con la circolazione sotterranea di masse d'acqua. Di seguito sono esposte le valutazioni determinate.

Tabella 6: Matrice di Confronto per la determinazione della Vulnerabilità Intrinseca della falda freatica con il metodo delle aree omogenee VAZAR

Aree Omogenee	Fascia GHIAIOSA	Fascia TRANSIZIONE	Fascia PALEOALVEI	Fascia LIMO-SABBIOSA	Fascia LIMO-ARGILLOSA
Permeabilità dei suoli di copertura	EE	A	E	M	B
Soggiacenza della falda freatica	A	A	E	A	A
Situazione idrogeologica	E	A	A	M	B
<u>VULNERABILITA'</u>	ELEVATA	ALTA	ELEVATA	MEDIA	BASSA

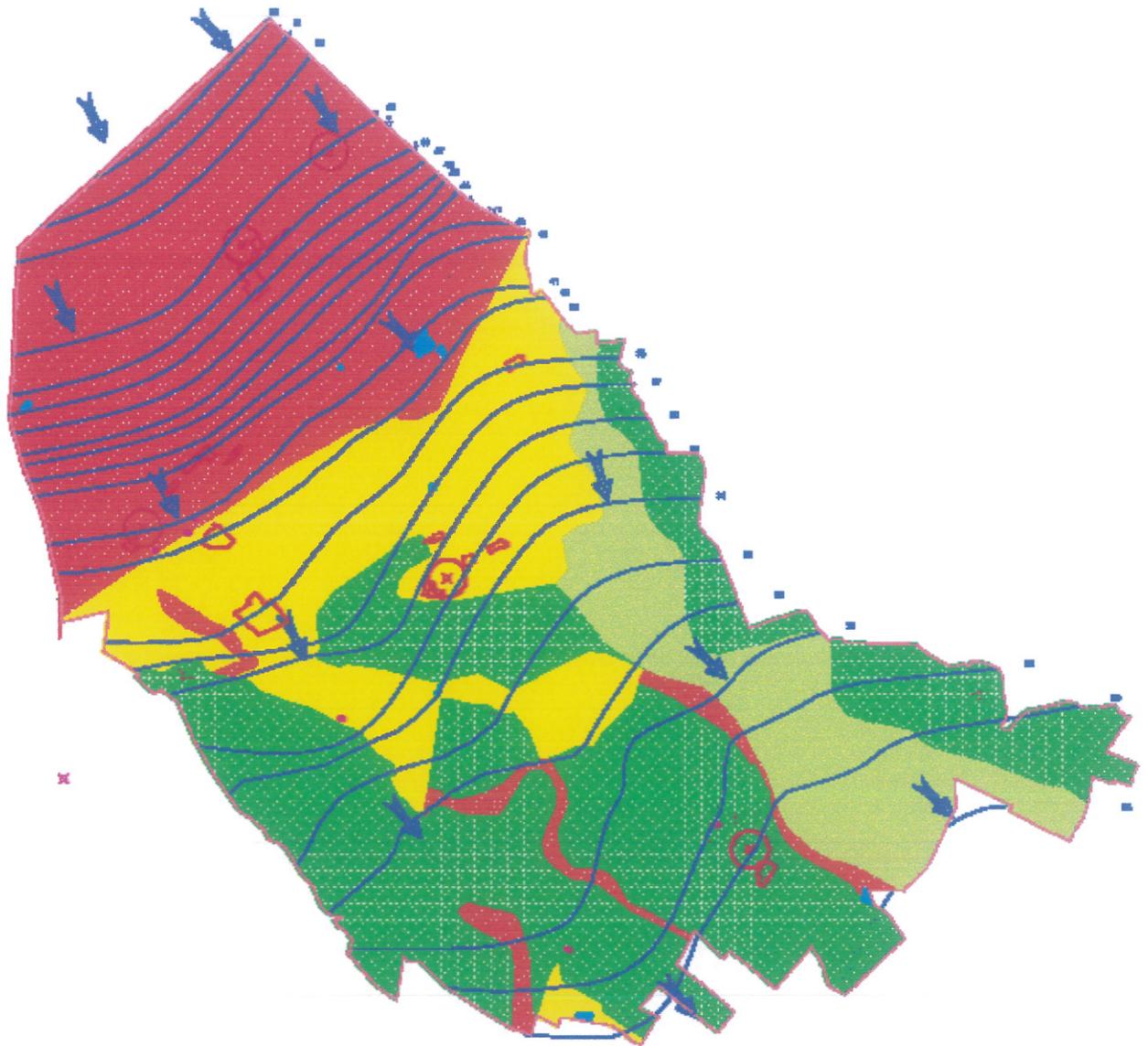


Figura 13: Carta Idrogeologica semplificata.

LEGENDA

IDROLOGIA DI SUPERFICIE

 Corso d'acqua vincolato (il numero è riferito alla codifica del Consorzio di Bonifica).

 Bacino lacustre.

OPERE ARTIFICIALI

 Pozzo censito, con stratigrafia nota.

 Pozzo utilizzato per misure piezometriche, con codice identificativo.

 Punto di prelievo acquedotto pubblico comunale (Indicazione della zona di rispetto di 200 m).

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

 Vulnerabilità idrogeologica elevata.
Permeabilità elevata (K- da $10E-01$ a $10E-02$ cm/s).

 Vulnerabilità idrogeologica alta.
Permeabilità alta (K- da $10E-02$ a $10E-03$ cm/s).

 Vulnerabilità idrogeologica media.
Permeabilità media (K- da $10E-03$ a $10E-04$ cm/s).

 Vulnerabilità idrogeologica bassa.
Permeabilità bassa (K- da $10E-04$ a $10E-05$ cm/s).

IDROLOGIA SOTTERRANEA

 Isopieze di falda libera con quote assolute s.l.m..
Le misure sono state effettuate il 4/9/2003.

 Direzione e verso di scorrimento di falda libera.

 Confine comunale.

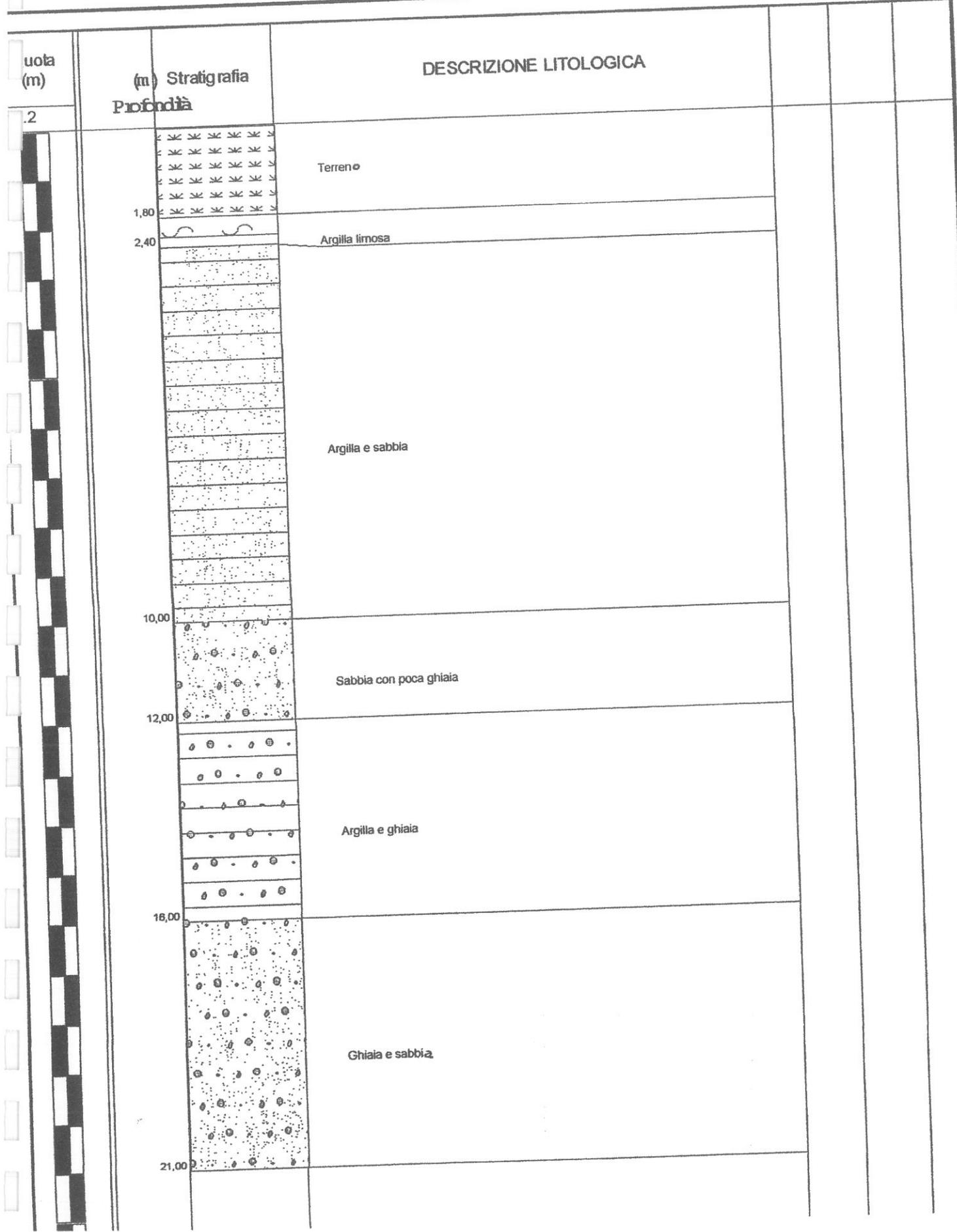
Figura 14: Legenda Carta Idrogeologica.

ALLEGATO UNO

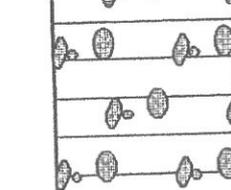
STRATIGRAFIE DEI POZZI CENSITI

Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
2.5					
		Argilla con ferretto			
0,65					
0,85		Conglomerato di argilla, sabbia e ghiaia			
1,05		Sabbia asciutta			
		Ghiaia con sabbia			
4,00					
4,30		Argilla gialla			
		Sabbia grossa			
5,10		Sabbia fine			
		Sabbia e ghiaietto			
8,50					

Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
.5					
	1,50	Terreno sabbioso argilloso			
	5,80	Sabbia			
	11,40	Ghiaia sciolta e sabbia			
	19,00	Ghiaia grossa			



Cota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
5	0,80	Sabbia e ghiaietto			
	5,60	Ghiaia sabbiosa			
	14,70	Ghiaia sottile e sabbia			
	17,20	Ghiaia compatta			
	22,50	Argilla tenera			

Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
12,8		Sabbia fine e argilla			
10,00		Argilla con ciottoli			
15,00		Sabbia			
34,00					

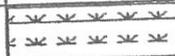
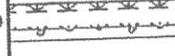
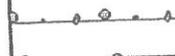
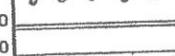
Località: Roverbella

SCALA 1:180

Data

Sigla 6

quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
5		Argilla e sabbia
1,50		Argilla limosa
5,50		Ghiaia con poca sabbia
12,80		Ghiaia e sabbia
18,00		Argilla compatt.
27,00		Ghiaia cementata
30,60		Sabbia grossa
35,00		

Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
	0,00		Terreno argilloso		
	2,10		Argilla e ghiaietto		
	6,50		Argilla torbosa		
	7,20		Ghiaia e sabbia		
	14,80		Sabbia fine		
	17,80		Argilla dura con ciottoli		
	26,50		Argilla con molta sabbia		
	33,40		Sabbia scura		
	40,00				

Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
2.5		Sabbia fine con ghiaietto e argill. a.
10,00		Sabbia grossa con ghiaia
15,00		Argilla tenera
17,00		Argilla compatt. a.
29,00		Ghiaia e sabbie a.
35,00		Sabbia media con poca ghiaia
42,50		

Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
0,2					
	2,00	Terreno di riporto			
	6,00	Terreno a matrice sabbiosa			
		Argilla			
	18,00				
		Sabbia			
	42,92				

Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geol.
 Corso Vitt. Em. II, 11 - Villafranca VR
 Via Zara Chiaviche, 61 - Suzzara
 045 6304673 - 3358427596

Località: Malavicina

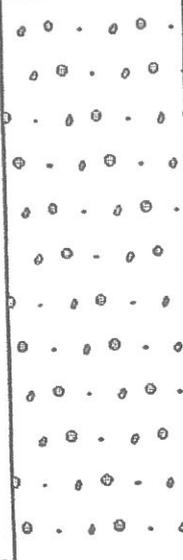
SCALA 1:250

Data

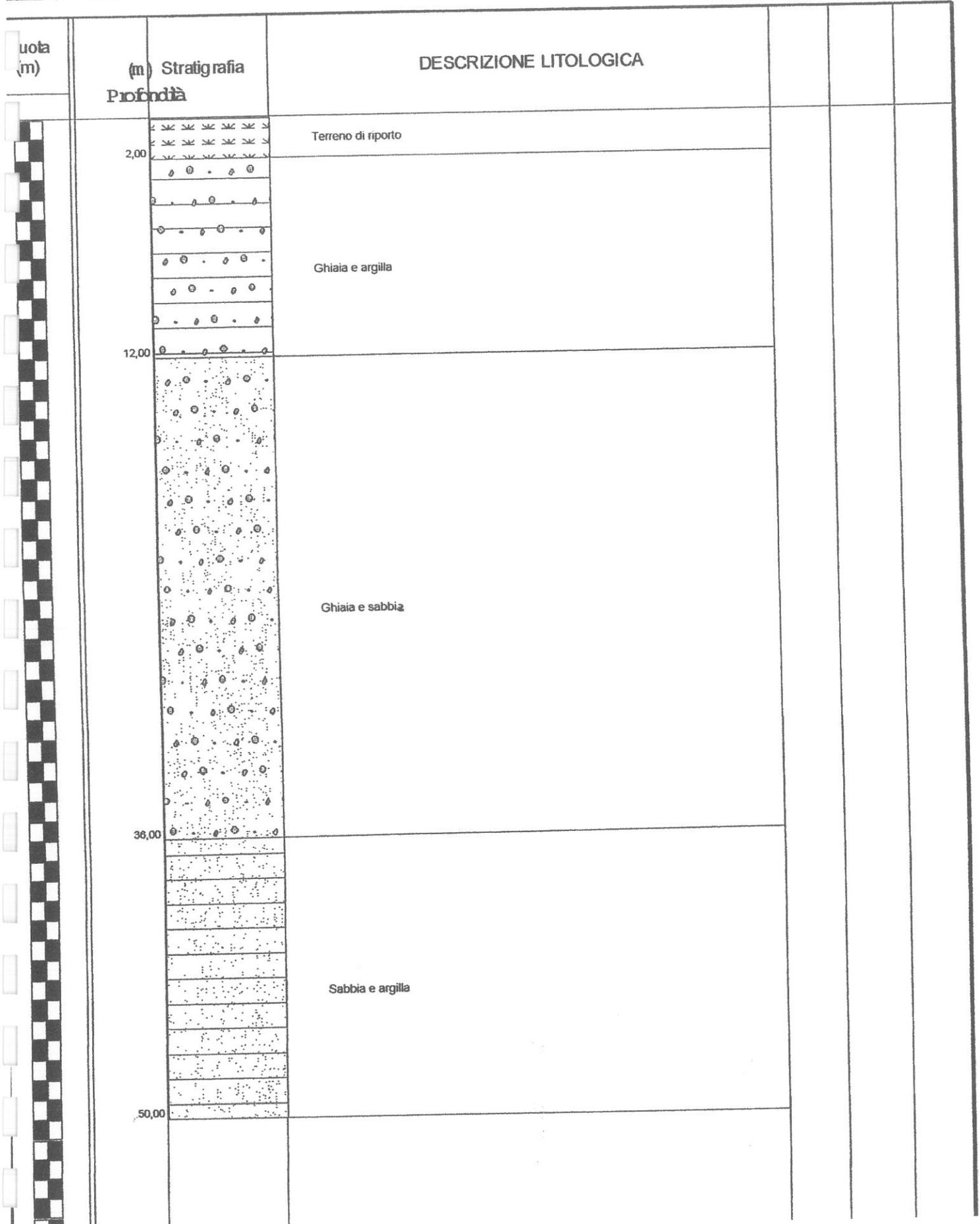
Sigla

10

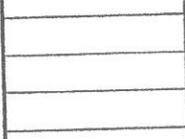
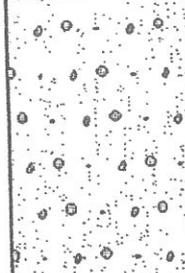
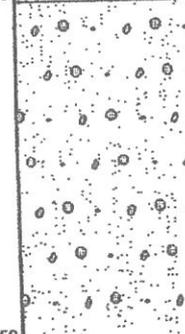
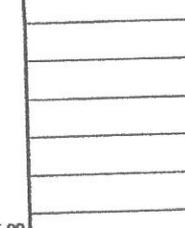
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
51,9		Argilla compatta con ciottoli
3,80		Argilla azzurra mista a sabbia
6,50		Sabbia grossa con molta ghiaia
12,50		Ghiaia con poca sabbia
21,00		Argilla compressa
30,00		Sabbia
45,00		Ghiaietto
47,00		

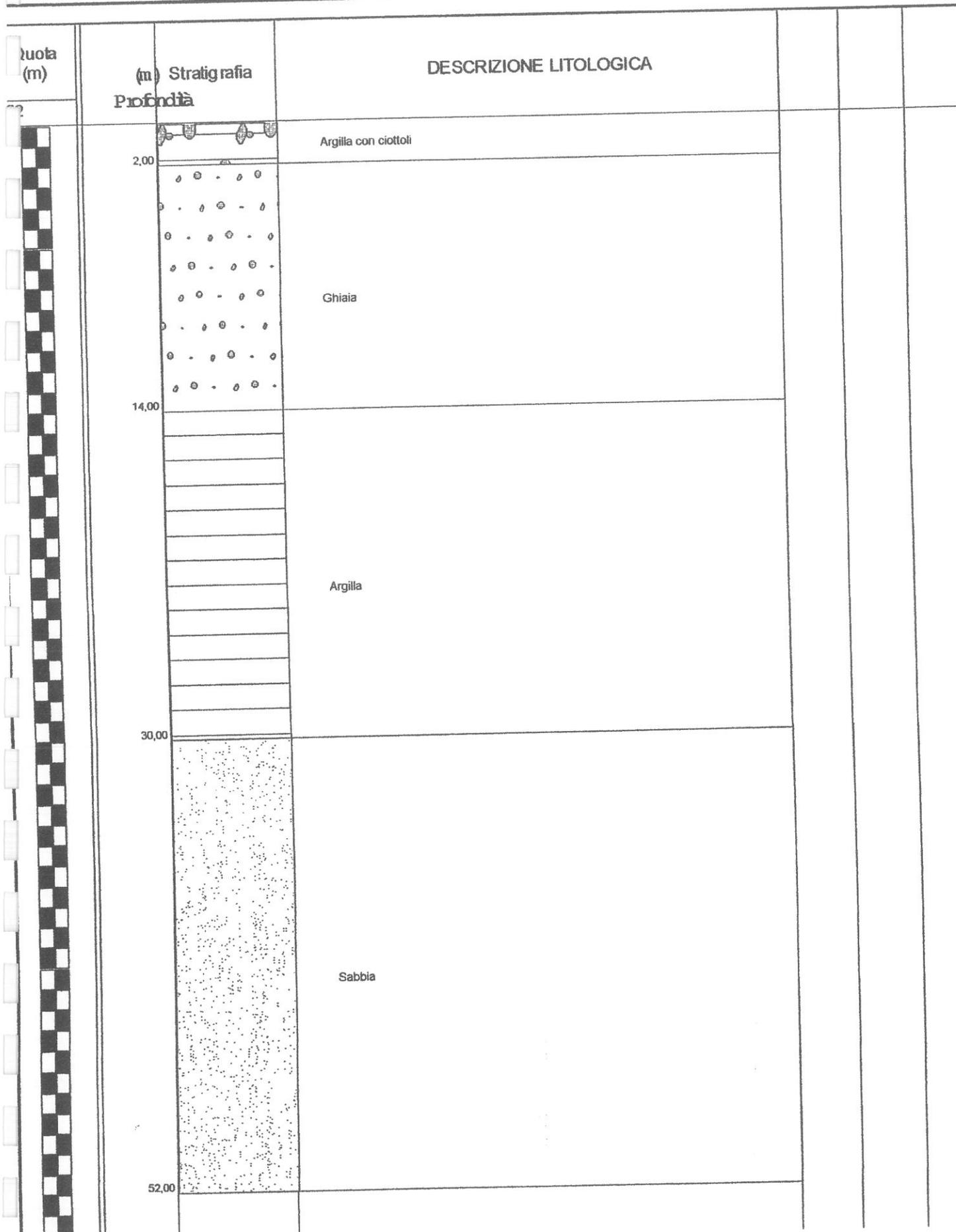
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
		Ghiaia
17,00		Argilla
19,00		Sabbia
47,00		

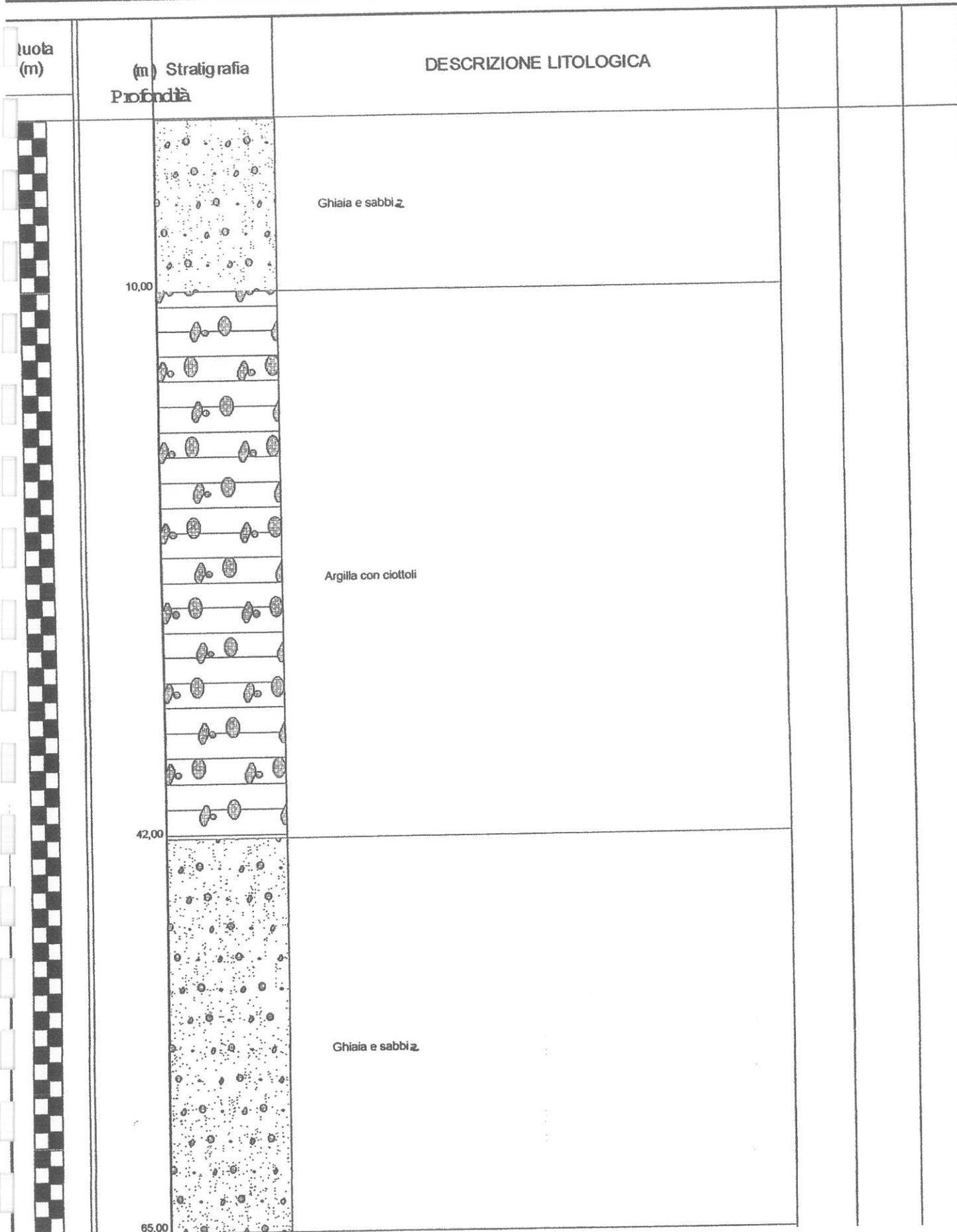
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
		<p data-bbox="502 672 726 705">Sabbia con ghiaia e argilla</p> <p data-bbox="518 1299 662 1332">Ghiaia e sabbia</p> <p data-bbox="534 1836 670 1870">Sabbia e argilla</p>			



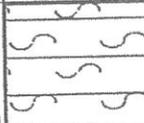
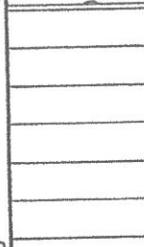
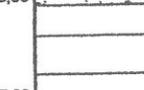
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
	2,00	Terreno di riporto
	7,00	Argilla
	16,00	Ghiaia e sabbia
	17,00	Sabbia
	27,50	Ghiaia e sabbia
	35,00	Argilla
	50,00	Ghiaia e sabbia

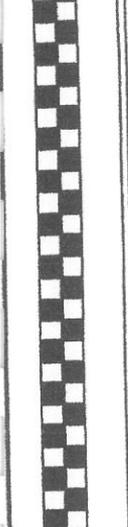
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,5		Terreno di riporto
2,00		Argilla dura
7,00		Ghiaia e sabbia
16,00	17,00	Sabbia
	Ghiaia e sabbia	
27,50		Argilla azzurra
35,00		Sabbia e ghiaietto
40,00		Ghiaietto e sabbia
45,00		Sabbia con poca ghiaia
50,00		



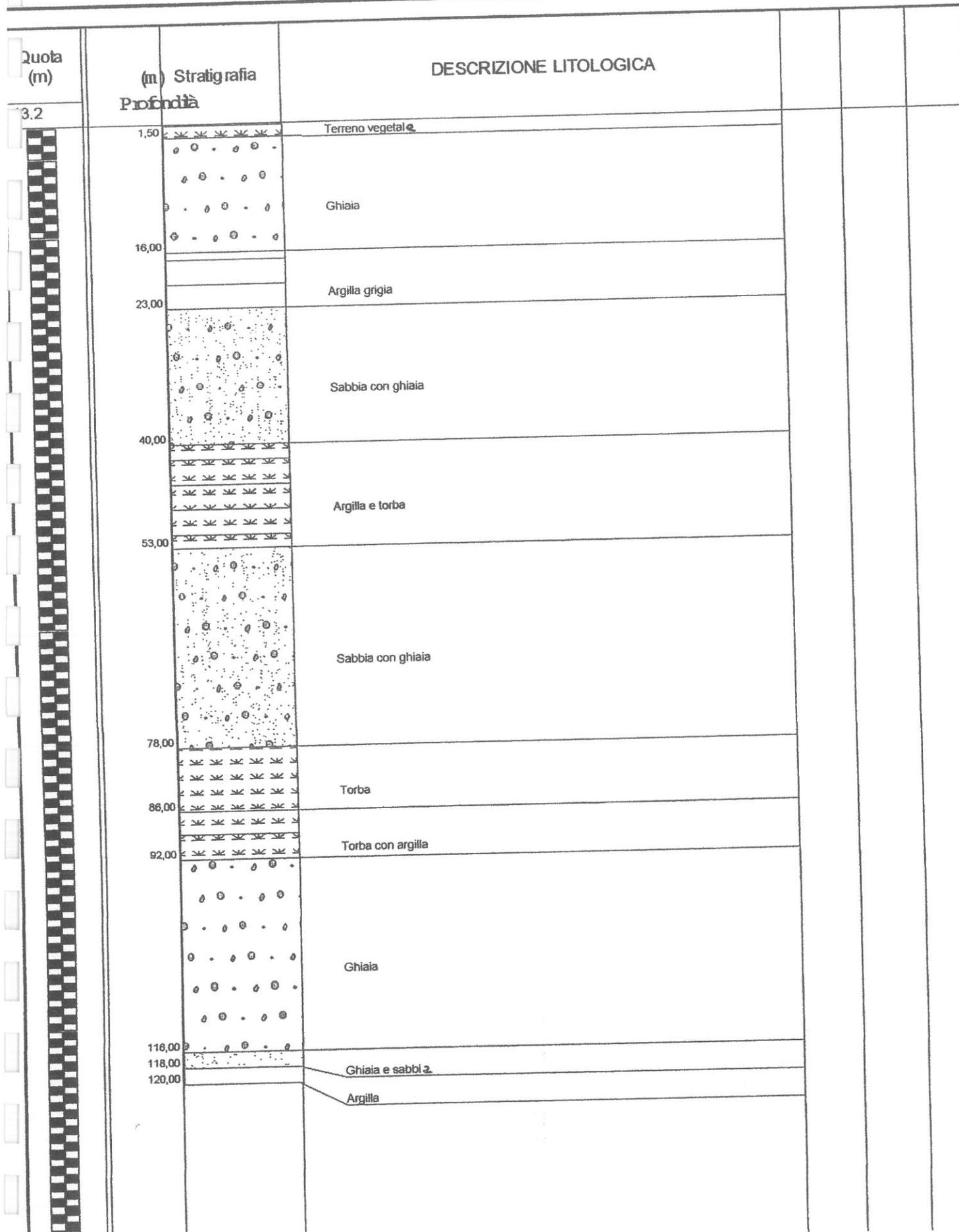


quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
	1,00	Terreno vegetale
	2,50	Ghiaia
	4,70	Ghiaia fine
	8,70	Sabbia fine con ghiaia
	12,00	Ghiaia con trovanti
	17,00	Ghiaia con sabbia
	21,40	Ghiaia con ghiaietto
	22,40	Conglomerato di sabbia e ghiaia
	26,70	Ghiaia e sabbia
	28,90	Argilla
	32,50	Sabbia
	34,70	Ghiaia e sabbia
	36,90	Ghiaia con sabbia
	39,70	Trovanti con ghiaia
	43,20	Sabbia con ciottoli e trovanti
	47,70	Trovanti con sabbia
	55,20	Trovanti con sabbia e ghiaia
	59,70	Ghiaia e sabbia
	62,90	Sabbia e ghiaia con ciottoli
	66,20	Ghiaia e sabbia
	67,00	Conglomerato di ghiaia e sabbia

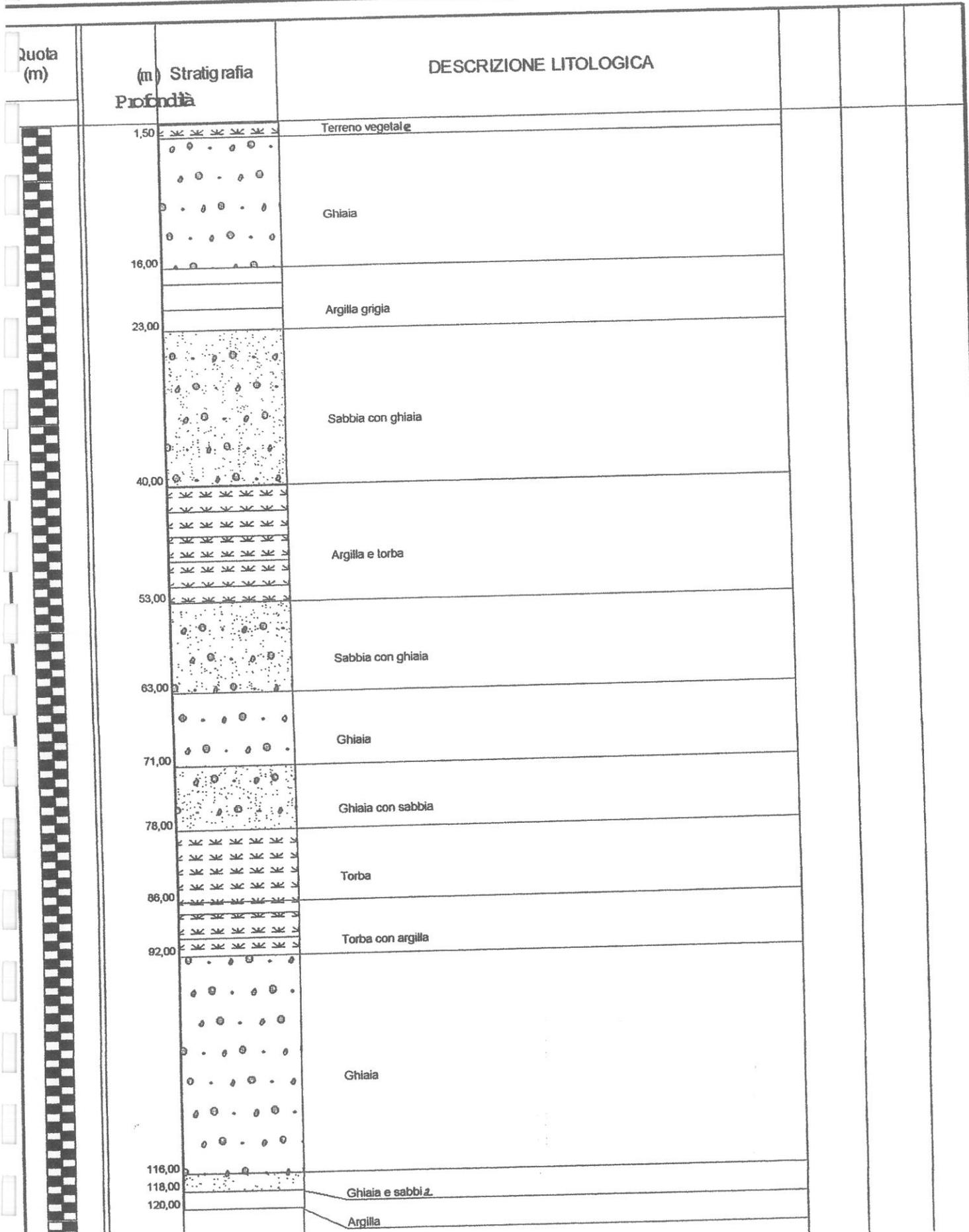
Quota (m)	Stratigrafia Profondità (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00		Argilla limosa
5,00		Argilla grigia
15,00		Sabbia fine
28,00		Argilla verde
29,00		Sabbia con ghiaia
63,00		Argilla grigia
67,00		

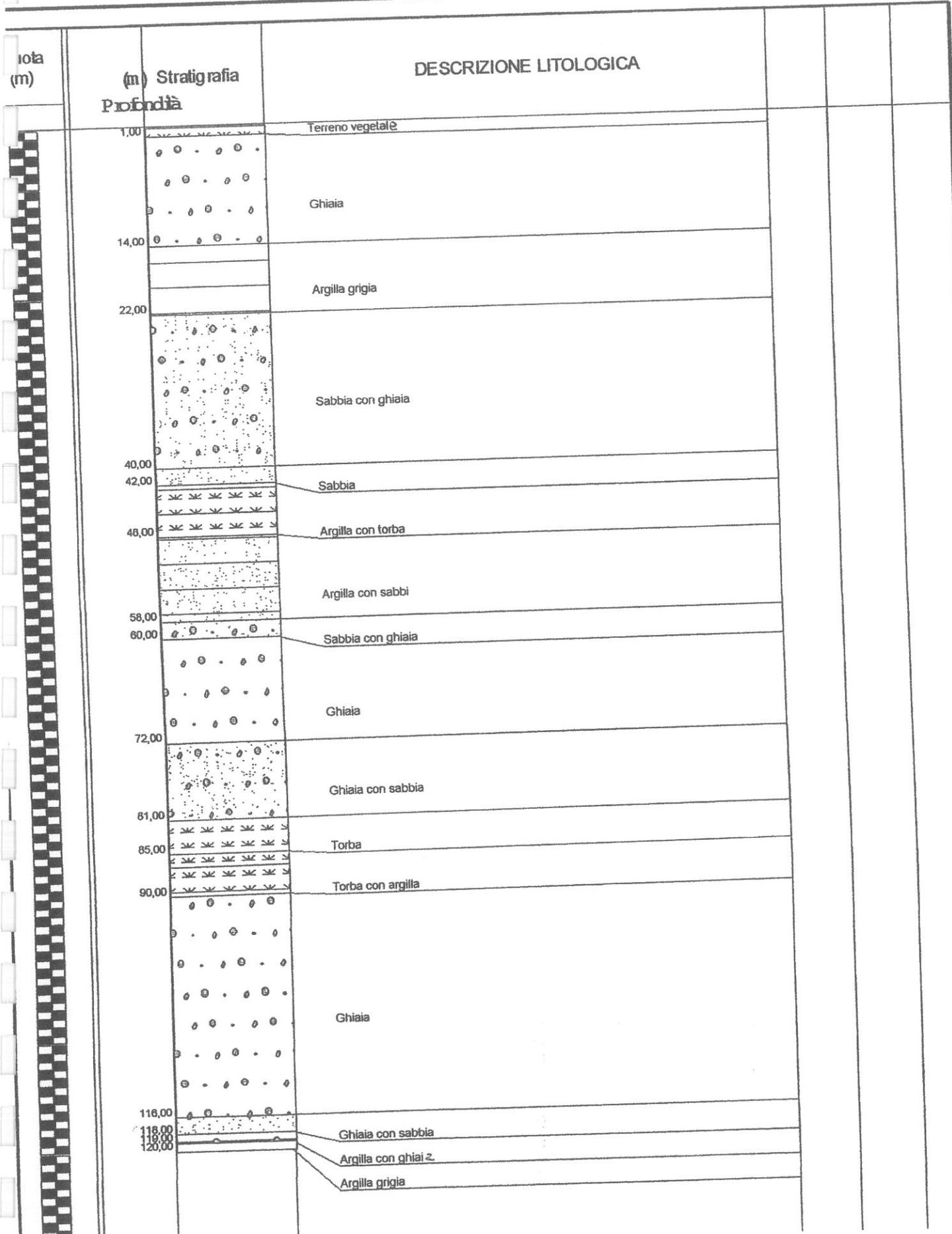
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
5		Ghiaia			
	<p>10,00</p> 	Argilla			
	<p>50,00</p> 	Sabbia e ghiaia			
	<p>75,00</p>				

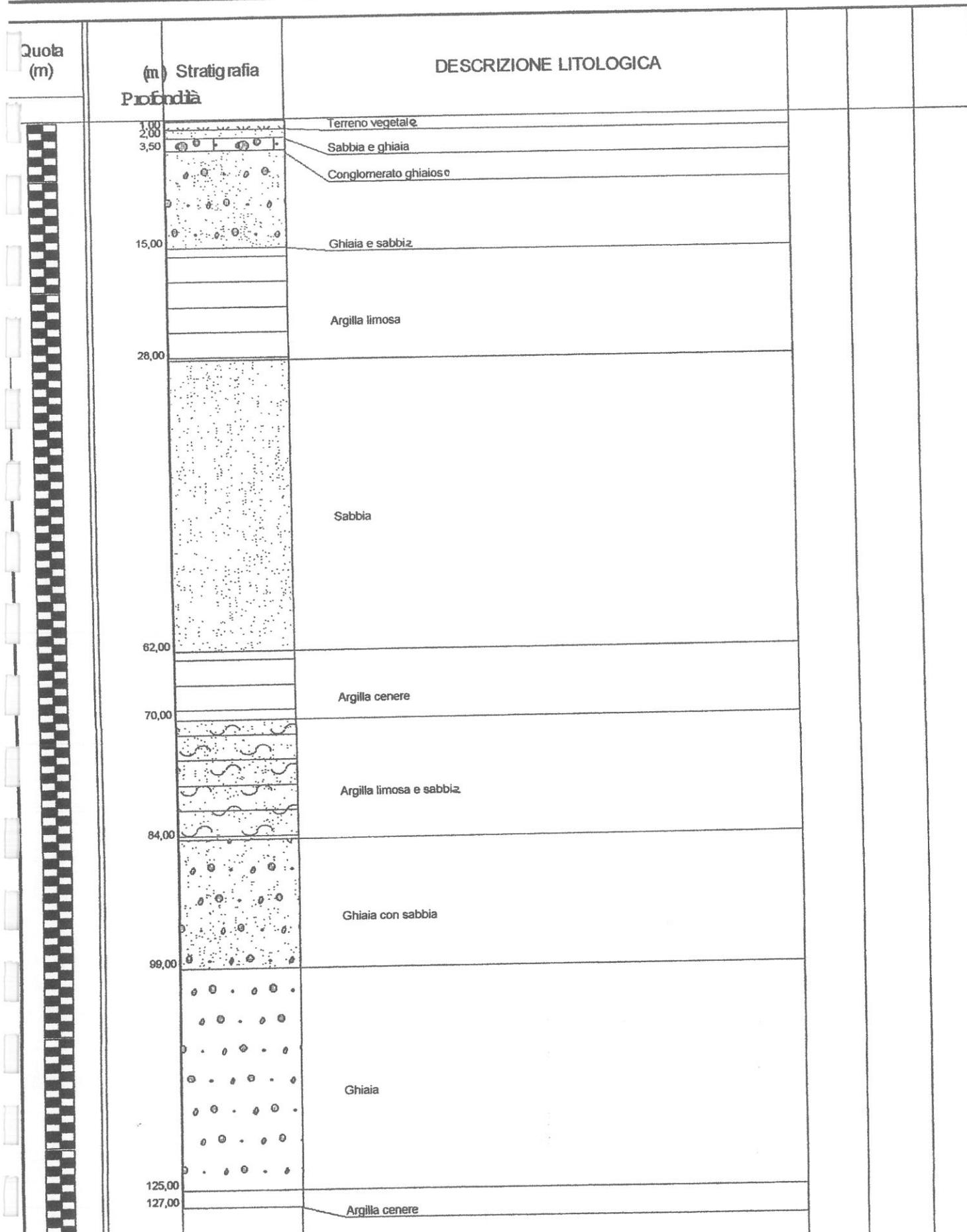
Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA			
		Argilla			
5,00		Sabbia			
15,00		Argilla			
30,00		Sabbia			
40,00		Argilla			
60,00		Sabbia			
85,00		Argilla			
90,00		Sabbia			
95,00					



Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
	1,50	Terreno vegetale
		Ghiaia
	16,00	
		Argilla grigia
	23,00	
		Sabbia con ghiaia
	40,00	
		Argilla e torba
	53,00	
		Sabbia con ghiaia
	63,00	
		Ghiaia
	71,00	
		Ghiaia con sabbia
	78,00	
		Torba
	86,00	
		Torba con argilla
	92,00	
		Ghiaia
	116,00	
	118,00	Ghiaia e sabbia
	120,00	Argilla







Quota (m)	(m) Stratigrafia Profondità	DESCRIZIONE LITOLOGICA
	1,50	Terreno vegetale
		Argilla e limo
	10,00	
	15,00	Argilla
		Sabbia
	30,00	
	40,00	Ghiaia con sabbia
		Sabbia
	66,00	
	70,00	Argilla
		Ghiaia e sabbia
	78,00	
	84,00	Argilla
		Sabbia e ghiaia
	93,00	
	99,00	Argilla
		Ghiaia e sabbia
	125,00	

ALLEGATO DUE

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI INDAGATI



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraanca di Verona (VR)-Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Roverbella Nord

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 1

Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	Nspit medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	6	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,19	24	1,97	60	72				350	43	0,03
0,6	13	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,33	29	2,18	85	156				724	92	0,09
0,9	6	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,14	24	1,95	56	72				350	43	0,15
1,2	6	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,12	24	1,93	54	72				350	43	0,21
1,5	5	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,1	24	1,9	48	60				295	36	0,27
1,8	5	Limo sabbioso	0,09	24	2,07	47	60				295	36	0,31
2,1	3	Limo sabbioso	0,05	22	2,02	36	36				183	21	0,34
2,4	6	Limo sabbioso	0,1	24	2,08	50	72				350	43	0,38
2,7	7	Limo sabbioso	0,12	25	2,1	53	84				405	50	0,41
3	17	Ghiaia con sabbia	0,27	31	2,25	81	204				932	121	0,44
3,3	24	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,37	34	2,27	85	288				1289	170	0,48
3,9	32	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,47	37	2,27	85	384				1689	227	0,56
4,8	36	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,49	38	2,27	85	432				1887	256	0,67
5,1	38	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,5	39	2,27	85	456				1986	270	0,71

Profondità della falda (m):

1,5

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraanca di Verona (VR)-Tel. 0456304873 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Roverbella Nord

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 2

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione filologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito($^{\circ}$)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	7	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,23	25	2,01	65	84		405		405	50	0,03
0,6	14	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,36	29	2,16	85	168		777		777	99	0,09
0,9	6	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,14	24	1,95	56	72		350		350	43	0,15
1,2	3	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,06	22	1,84	38	36		183		183	21	0,21
1,5	5	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,1	24	1,9	48	60		295		295	36	0,27
1,8	3	Limo sabbioso	0,05	22	2,02	36	36		183		183	21	0,31
2,1	2	Limo sabbioso	0,04	20	1,99	29	24		125		125	14	0,34
2,4	6	Limo sabbioso	0,1	24	2,08	50	72		350		350	43	0,37
2,7	9	Limo sabbioso	0,15	27	2,13	60	108		513		513	64	0,41
3	32	Ghiaia con sabbia	0,51	37	2,27	85	384		1689		1689	227	0,44
3,3	34	Ciottoli ghiaio-sabbiasi	0,53	38	2,27	85	408		1789		1789	241	0,48
4,2	43	Ciottoli ghiaio-sabbiasi	0,61	40	2,27	85	516		2230		2230	305	0,59
4,8	48	Ciottoli ghiaio-sabbiasi	0,65	42	2,27	85	576		2473		2473	341	0,67
5,1	43	Ciottoli ghiaio-sabbiasi	0,57	40	2,27	85	516		2230		2230	305	0,71

Profondità della falda (m):

1,5

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraa di Verona (VR)-Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Roverbella centro-orientale

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 3

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspst medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coazione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a meta strato (kg/cmq)
0,3	10	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,32	27	2,1	78	120		566		71	0,03	
0,6	23	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,58	34	2,16	85	276		1239		163	0,1	
0,9	23	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,51	34	2,16	85	276		1239		163	0,16	
1,2	63	Ciottoli ghiaio-sabbias	1,26	45	2,16	85	756		3194		447	0,23	
1,5	80	Ciottoli ghiaio-sabbias	1,49	45	2,16	85	960		3998		568	0,29	
1,8	40	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,69	39	2,27	85	480		2084		284	0,36	
2,1	43	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,7	40	2,27	85	516		2230		305	0,42	
2,4	50	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,77	42	2,27	85	600		2570		355	0,49	
2,7	57	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,83	44	2,27	85	684		2907		405	0,56	
3	47	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,65	42	2,27	85	564		2425		334	0,63	
3,3	50	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,66	42	2,27	85	600		2570		355	0,7	
3,6	51	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,65	43	2,27	85	612		2618		362	0,76	
3,9	57	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,7	44	2,27	85	684		2907		405	0,83	
4,2	63	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,74	45	2,27	85	756		3194		447	0,9	
4,5	60	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,68	45	2,16	85	720		3051		426	0,97	
4,8	64	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,7	45	2,16	85	768		3241		454	1,03	
5,1	67	Ciottoli ghiaio-sabbias	0,71	45	2,16	85	804		3384		476	1,1	

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco Melli Geologo
 Corso Vittorio Emanuele, 11 - Villafranca di Verona (VR) - Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Roverbella Sud

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 4

Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	N° sp. medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coes./v (kg/cmq)	C. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	2	Suolo prevalentemente sabbioso	0,06	20	1,83	35	24				125	14	0,03
0,6	5	Suolo prevalentemente sabbioso	0,13	24	1,93	53	60				295	36	0,08
0,9	25	Ghiaie limose	0,56	34	2,16	85	300				1340	178	0,15
1,2	17	Ghiaie limose	0,35	31	2,16	85	204				932	121	0,21
1,5	13	Ghiaie limose	0,25	29	2,09	77	156				724	92	0,27
1,8	13	Ghiaie limose	0,23	28	2,08	75	156				724	92	0,34
2,1	16	Ghiaie limose	0,27	30	2,12	80	192				881	114	0,4
2,4	21	Ghiaie limose	0,33	33	2,16	85	252				1137	149	0,46
2,7	19	Ghiaie limose	0,28	32	2,14	83	228				1035	135	0,53
3	25	Ghiaie limose	0,36	34	2,16	85	300				1340	178	0,59
3,3	27	Ghiaie limose	0,37	35	2,16	85	324				1440	192	0,66
3,6	25	Ghiaie limose	0,33	34	2,16	85	300				1340	178	0,72
3,9	30	Ghiaie limose	0,36	36	2,16	85	360				1590	213	0,79
4,2	33	Ghiaie limose	0,4	37	2,16	85	396				1739	234	0,85
4,5	34	Ghiaie limose	0,39	38	2,16	85	408				1789	241	0,92
4,8	38	Ghiaie limose	0,43	39	2,16	85	456				1986	270	0,98
5,1	39	Ghiaie limose	0,42	39	2,16	85	468				2035	277	1,05

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco Melli Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11 - Villafranca di Verona (VR) - Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Roverbella Sud Ovest

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 5

Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	N _{sp} medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff a meta strato (kg/cmq)
0,3	6	Suolo prevalentemente limo-argilloso	0,19	24	1,97	60	72			350	43	0,03
0,6	3	Torba	0,06	22	1,86	41	36			183	21	0,09
0,9	3	Torba	0,07	22	1,85	40	36			183	21	0,14
1,2	3	Torba	0,06	22	1,84	38	36			183	21	0,2
1,5	2	Torba	0,04	20	1,8	30	24			125	14	0,25
1,8	2	Torba	0,04	20	1,8	30	24			125	14	0,31
2,1	3	Torba	0,05	22	1,83	35	36			183	21	0,36
2,4	6	Limo sabbioso	0,1	24	1,9	49	72			350	43	0,42
2,7	26	Chiaia-sabbiosa	0,4	35	2,16	85	312			1390	185	0,48
3	25	Chiaia-sabbiosa	0,37	34	2,16	85	300			1340	178	0,54
3,6	10	Chiaia-sabbiosa	0,14	27	1,95	57	120			595	71	0,66
4,2	15	Chiaia-sabbiosa	0,19	30	2,02	67	180			829	107	0,78
4,8	17	Chiaia-sabbiosa	0,2	31	2,03	68	204			932	121	0,9
5,1	16	Chiaia-sabbiosa	0,18	30	2,01	65	192			881	114	0,96

Profondità della falda (m):

1,2

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco Melli Geologo
 Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraanca di Verona (VR)-Tel. 0456304673 Celli. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella
 Località: Roverbella centro-occidentale

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 6

Note: 0352

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nsp/ medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Fies. eff a meta strato (kg/cmq)
0,3	7	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,23	25	2,01	85	84				405	50	0,03
0,6	14	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,36	28	2,16	85	168				777	99	0,09
0,9	49	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	1,09	42	2,16	85	588				2522	348	0,16
1,2	60	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	1,21	45	2,16	85	720				3051	426	0,22
1,5	52	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,97	43	2,16	85	624				2667	369	0,29
1,8	51	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,9	43	2,27	85	612				2618	362	0,34
2,1	49	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,83	42	2,27	85	588				2522	348	0,38
2,4	46	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,76	41	2,27	85	552				2376	327	0,41
2,7	55	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,88	44	2,27	85	660				2811	391	0,45
3	56	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,86	44	2,27	85	672				2859	398	0,49
3,3	50	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,75	42	2,27	85	600				2670	355	0,53
3,9	54	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,76	43	2,27	85	648				2763	383	0,61
4,5	56	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,75	44	2,27	85	672				2859	398	0,68
5,1	63	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,8	45	2,27	85	756				3194	447	0,76

Profondità della falda (m)

1,5

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11 - Villafranca di Verona (VR) - Tel. 0456304673 Cell. 3358427565

Committente: Comune di Roverbella

Località: Belvedere

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 7

Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	Nsp medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coazione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a meta strato (kg/cmq)
0,3	7	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,23	25	2,01	65	84		405		405	50	0,03
0,6	23	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,59	34	2,16	85	276		1239		1239	163	0,09
0,9	43	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,95	40	2,16	85	516		2230		2230	305	0,16
1,2	66	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	1,34	45	2,16	85	792		3336		3336	469	0,22
1,5	56	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	1,05	44	2,27	85	672		2859		2859	398	0,28
1,6	24	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,43	34	2,27	85	288		1289		1289	170	0,32
2,1	28	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,48	35	2,27	85	336		1490		1490	199	0,36
2,4	34	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,57	38	2,27	85	408		1789		1789	241	0,4
2,7	35	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,57	38	2,27	85	420		1838		1838	249	0,43
3	40	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,63	39	2,27	85	480		2084		2084	284	0,47
3,3	41	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,62	40	2,27	85	492		2133		2133	291	0,51
3,9	43	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,61	40	2,27	85	516		2230		2230	305	0,59
4,5	38	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,52	39	2,27	85	456		1986		1986	270	0,66
5,1	42	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,54	40	2,27	85	504		2182		2182	298	0,74

Profondità della falda (m):

1,3

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraanca di Verona (VR)-Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Belvedere

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 8

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	N _{sp} medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto T _{au} /Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (V _m)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm ²)	Cessione non drenata (kg/cm ²)	Modulo edom. coesivi (kg/cm ²)	C. F.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²)	Modulo edom. incoerenti (kg/cm ²)	Pres. eff a metà strato (kg/cm ²)
0,3	2	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,05	20	1,83	35	24		14		125	14	0,03
0,6	9	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,23	27	2,05	71	108		64		513	64	0,09
0,9	15	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,34	30	2,16	85	180		107		829	107	0,15
1,2	55	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	1,13	44	2,16	85	660		391		2811	391	0,21
1,5	46	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,88	41	2,16	85	552		327		2376	327	0,28
1,8	35	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,62	38	2,27	85	420		249		1838	249	0,33
2,1	40	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,68	39	2,27	85	480		284		2084	284	0,37
2,4	41	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,68	40	2,27	85	492		291		2133	291	0,41
2,7	39	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,63	39	2,27	85	468		277		2035	277	0,44
3	43	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,67	40	2,27	85	516		305		2230	305	0,48
3,6	43	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,63	40	2,27	85	516		305		2230	305	0,56
4,2	52	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,72	43	2,27	85	624		369		2667	369	0,63
4,8	47	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,62	42	2,27	85	564		334		2425	334	0,71
5,1	51	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,66	43	2,27	85	612		362		2618	362	0,75

Profondità della falda (m):

1,5

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11 - Villafranca di Verona (VR) - Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Pavesa

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 9

Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	N _{spt} medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	5	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,16	24	1,94	55	60				295	36	0,03
0,6	6	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,15	24	1,96	56	72				350	43	0,09
0,9	9	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,2	27	2,03	69	108				513	64	0,15
1,2	17	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,35	31	2,16	85	204				932	121	0,21
1,5	25	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,48	34	2,2	85	300				1340	178	0,27
1,8	24	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,44	34	2,27	85	288				1289	170	0,31
2,1	27	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,47	35	2,27	85	324				1440	192	0,35
2,4	32	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,54	37	2,27	85	384				1689	227	0,39
3	33	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,52	37	2,27	85	396				1739	234	0,46
3,6	32	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,47	37	2,27	85	384				1689	227	0,54
4,2	38	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,54	39	2,27	85	456				1986	270	0,61
4,5	40	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,55	39	2,27	85	480				2084	284	0,65
4,8	40	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,53	39	2,27	85	480				2084	284	0,69
5,1	42	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,55	40	2,27	85	504				2182	296	0,73

Profondità della falda (m):

1,3

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraanca di Verona (VR)-Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Pellaloco

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 10

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspit medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito($^{\circ}$)	Peso di volume naturale (γ_{inc})	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm^2)	Coesione non drenata (kg/cm^2)	Modulo edom. coesivi (kg/cm^2)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm^2)	Modulo edom. Incoerenti (kg/cm^2)	Pres. eff. a metà strato (kg/cm^2)
0,3	8	Suolo prevalentemente argilloso	0,26	26	2,04	69	96				459	57	0,03
0,6	3	Suolo prevalentemente argilloso	0,06	22	1,86	41	36				183	21	0,09
0,9	2	Suolo prevalentemente argilloso	0,05	20	1,81	32	24				125	14	0,14
1,2	3	Argilla torbosa	0,06	22	1,84	38	36				183	21	0,2
1,5	2	Argilla torbosa	0,04	20	1,87	30	24				125	14	0,25
1,8	6	Limo-argilloso	0,11	24	2,09	52	72				350	43	0,29
2,1	18	Ghiaia sabbiosa	0,32	31	2,27	85	216				984	128	0,32
2,4	27	Ghiaia sabbiosa	0,47	35	2,27	85	324				1440	192	0,36
2,7	38	Ghiaia sabbiosa	0,63	39	2,27	85	456				1986	270	0,4
3,3	43	Ghiaia sabbiosa	0,67	40	2,27	85	516				2230	305	0,47
3,9	44	Ghiaia sabbiosa	0,65	41	2,27	85	528				2279	312	0,55
4,5	48	Ghiaia sabbiosa	0,67	42	2,27	85	576				2473	341	0,62
4,8	47	Ghiaia sabbiosa	0,64	42	2,27	85	564				2425	334	0,66
5,1	50	Ghiaia sabbiosa	0,66	42	2,27	85	600				2570	355	0,7

Profondità della falda (m):

1,3

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo
Corso Vittorio Emanuele, 11 - Villafranca di Verona (VR) - Tel. 0456304675 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella
Località: Castiglione Mantovano

Penetrometro: DPSH 73 kg

Note: Rif. Int.: 0352

Sigla: 11

Parametri geotecnici

Profondità base sfrato (m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/m ³)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm ²)	Coazione non drenata (kg/cm ²)	Modulo edom. coesivi (kg/cm ²)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²)	Modulo edom. incoerenti (kg/cm ²)	Pres. eff. a metà sfrato (kg/cm ²)
0,3	7	Suolo con ghiaia e sabbia	0,23	25	2,01	65	84				405	50	0,03
0,9	6	Suolo con ghiaia e sabbia	0,14	24	1,95	56	72				350	43	0,15
1,2	7	Suolo con ghiaia e sabbia	0,14	25	1,96	58	84				405	50	0,21
1,5	9	Sabbia limosa	0,17	27	2	64	108				513	64	0,27
1,8	3	Sabbia limosa	0,05	22	1,83	36	36				183	21	0,31
2,1	6	Sabbia limosa	0,11	24	1,9	50	72				350	43	0,34
2,4	11	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,19	28	2,16	67	132				619	78	0,37
2,7	23	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,38	34	2,16	85	276				1239	163	0,4
3	25	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,4	34	2,16	85	300				1340	178	0,44
4,2	23	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,33	34	2,07	85	276				1239	163	0,57
4,5	23	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,32	34	2,27	85	276				1239	163	0,61
4,8	21	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,29	33	2,26	83	252				1137	149	0,64
5,1	30	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,4	36	2,27	85	360				1590	213	0,68
5,4	22	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,29	33	2,26	83	264				1188	156	0,72

Profondità della falda (m):

1,5

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11-Villafraanca di Verona (VR)-Tel. 0456304673 Cell. 3356427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Castiglione Mantovano

Note: Rif. Int.: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 12

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto τ_{ult}/σ	Angolo d'attrito($^{\circ}$)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	1	Suolo ghiaio-sabbioso	0,03	19	1,77	25	12				65	7	0,03
0,6	8	Suolo ghiaio-sabbioso	0,21	26	2,02	67	96				459	57	0,08
0,9	5	Suolo ghiaio-sabbioso	0,11	24	1,92	51	60				295	36	0,14
1,2	17	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,35	31	2,16	85	204				932	121	0,2
1,5	34	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,65	38	2,16	85	408				1789	241	0,27
1,8	24	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,43	34	2,27	85	288				1289	170	0,32
2,1	14	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,24	29	2,22	77	168				777	99	0,36
2,4	16	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,27	30	2,24	80	192				881	114	0,39
2,7	21	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,34	33	2,27	85	252				1137	149	0,43
3,3	24	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,36	34	2,27	85	288				1289	170	0,51
3,9	40	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,58	39	2,27	85	480				2084	284	0,58
4,5	24	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,33	34	2,27	85	288				1289	170	0,66
4,8	33	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,44	37	2,27	85	396				1739	234	0,7
5,1	38	Ghiaia o ghiaia e sabbia	0,49	39	2,27	85	456				1986	270	0,74

Profondità della falda (m):

1,5

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco MELLI Geologo

Corso Vittorio Emanuele, 11 - Villafranca di Verona (VR) - Tel. 0456304673 Cell. 3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Castiglione Mantovano

Note: 0352

Penetrometro: DPSH 73 kg

Sigla: 13

Parametri geotecnici

Profondità base strato (m)	N _{sp} medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito (°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	5	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,16	24	1,94	55	60				295	36	0,03
0,6	6	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,15	24	1,96	58	72				350	43	0,09
0,9	9	Suolo prevalentemente ghiaioso	0,2	27	2,03	69	108				513	64	0,15
1,2	17	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,35	31	2,16	85	204				932	121	0,21
1,5	25	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,48	34	2,2	85	300				1340	178	0,27
1,8	24	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,44	34	2,27	85	288				1289	170	0,31
2,1	27	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,47	35	2,27	85	324				1440	192	0,35
2,4	32	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,54	37	2,27	85	384				1689	227	0,39
3	33	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,52	37	2,27	85	396				1739	234	0,46
3,6	32	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,47	37	2,27	85	384				1689	227	0,54
4,2	38	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,54	39	2,27	85	456				1986	270	0,61
4,5	40	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,55	39	2,27	85	480				2084	284	0,65
4,8	40	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,53	39	2,27	85	480				2084	284	0,69
5,1	42	Ciottoli ghiaio-sabbiosi	0,55	40	2,27	85	504				2182	298	0,73

Profondità della falda (m):

1,3

02/09/03



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco Melli Geol.

C.so Vittorio Emanuele, 11-37069 - Villafranca di Verona-3358427595

Committente: Comune di Roverbella

Località: Canedole (MN)

Note: Rif. Int.: 0352

Penstometro: Statico da 10 t

Sigla: 14

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Resistenze alla punta media (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Indice di compressione Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
0,2	24	Sabbia o sabbia e ghiaia		31	2,16	85	60				195	69	0,02
0,4	24	Sabbia o sabbia e ghiaia		31	2,16	85	60				195	69	0,06
0,6	30	Sabbia o sabbia e ghiaia		32	2,16	84	75				224	69	0,11
0,8	10	Torba e argilla organica	0,04		1,9			0,64	35	0,62	114		0,15
1	10	Torba e argilla organica	0,05		1,9			0,64	35	0,49	114		0,19
1,2	20	Limo e argilla	0,04		2,01			1,05	34	0,8	175		0,22
1,4	20	Limo e argilla	0,04		2,01			1,05	34	0,77	175		0,24
1,6	30	Limo e argilla	0,03		2,1			1,57	51	1,25	224		0,26
1,8	70	Sabbia o sabbia e ghiaia		36	2,27	85	175				375	73	0,28
2	82	Sabbia e limo		37	2,27	85	205				414	74	0,31
2,2	30	Torba e argilla organica	0,03		2,15			1,94	51	1,53	224		0,34
2,4	42	Limo e argilla	0,03		2,18			2,2	71	1,85	275		0,36
2,6	30	Limo e argilla	0,04		2,1			1,57	51	1,27	224		0,38
2,8	80	Sabbia e limo		37	2,27	85	200				407	75	0,41
3	84	Sabbia e limo		37	2,27	85	210				420	76	0,44
3,2	36	Limo e argilla	0,04		2,14			1,88	61	1,99	250		0,47
3,4	100	Sabbia o sabbia e ghiaia		38	2,27	85	250				467	77	0,49
3,6	56	Sabbia e limo		35	2,18	68	140				328	62	0,52
3,8	24	Sabbia e limo		31	2,03	38	60				195	37	0,55
4	18	Torba e argilla organica	0,05		2,03			1,14	63	2,61	164		0,57
4,2	18	Limo e argilla	0,06		1,96			0,92	63	1,05	164		0,59
4,4	14	Sabbia e limo		29	1,95	16	35				140	20	0,62
4,6	14	Sabbia e limo		29	1,95	15	35				140	20	0,64
4,8	14	Limo e argilla	0,07		1,92			0,71	49	6,15	140		0,66



Studio Tecnico Geologia - Dr. Marco Melli Geol.

C.so Vittorio Emanuele, 11-37069 - Villafraanca di Verona-3358427595

Profondità base strato(m)	Resistenza alla punta media (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	Indice di compressione Cc	Angolo d' attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà sfrato (kg/cmq)
5	12	Limo e argilla	0,06		1,89			0,6	42	4,82	128		0,68
5,2	24	Limo e argilla	0,06		2,05			1,23	41	11,4	195		0,7
5,4	40	Limo e argilla	0,05		2,16			2,08	68	21,1	267		0,72
5,6	44	Limo e argilla	0,05		2,19			2,29	75	22,9	283		0,75
5,8	40	Sabbia e limo		34	2,07	47	100				267	48	0,77
6	20	Limo e argilla	0,07		2			1,02	34	7,7	175		0,8
6,2	28	Sabbia e limo		32	2,02	33	70				214	37	0,82
6,4	40	Limo e argilla	0,05		2,16			2,07	68	17,3	267		0,85
6,6	20	Limo e argilla	0,07		2			1,01	34	6,84	175		0,87
6,8	36	Limo e argilla	0,06		2,14			1,86	61	14,2	250		0,89
7	44	Sabbia e limo		34	2,07	46	110				283	49	0,91
7,2	36	Sabbia e limo		33	2,04	38	90				250	42	0,94
7,4	42	Sabbia e limo		34	2,06	43	105				275	47	0,97
7,6	50	Sabbia e limo		35	2,08	48	125				306	51	1
7,8	44	Sabbia e limo		34	2,06	43	110				283	48	1,02
8	20	Limo e argilla	0,06		2			1	34	5,34	175		1,05
8,2	40	Sabbia e limo		34	2,04	39	100				267	45	1,07
8,4	50	Sabbia e limo		35	2,07	46	125				306	51	1,1
8,6	80	Sabbia e limo		37	2,15	62	200				407	65	1,13
8,8	96	Sabbia o sabbia e ghiaia		37	2,18	67	240				455	70	1,15
9	100	Sabbia e limo		38	2,18	68	250				467	71	1,18

Profondità della falda (m):

1