

INDICE

1.0 - Premessa.....	Pag. 3
2.0 - Metodologia di indagine.....	Pag. 4
3.0 - Inquadramento territoriale.....	Pag. 4
4.0 - Inquadramento geologico generale e locale... ..	Pag. 8
5.0 - Stato del territorio comunale.....	Pag. 24
6.0 -Idrografia superficiale, Idrogeologia, litologia e permeabilità.....	Pag. 43
7.0 - Metereologie e climatologia	Pag. 59
8.0 - Analisi del rischio sismico.....	Pag. 72
9.0 - Zonizzazione e prescrizioni geotecniche	Pag. 76
10.0 - Vincoli presenti nell’ambito del I territorio comunale.....	Pag. 80
11.0 - Analisi stato generale e Classi di fattibilità.....	Pag. 81

ALLEGATI

Stratigrafie pozzi idropotabili
Comunali e loro ubicazione catastale

ELABORATI

A.3.b - Carta Geomorfologica geolitologica
con indicazioni geopedologiche

A.3.c - Carta Idrogeologica e della vulnerabilità

A.3.d - Carta della pericolosità sismica locale

A.3.e - Carta di sintesi e della applicabilità

A.3.f - Carta dei vincoli

A.3.g - Carta di fattibilità

1.0 - PREMESSA

Il presente Studio, realizzato su incarico del Comune di Gravellona Lomellina riguarda **la redazione della componente geologica**, a supporto della stesura del nuovo Strumento Urbanistico-Territoriale (P.G.T.), contiene tutti i dati provenienti sia da ricerche di tipo generale, in modo da inquadrare l’area in un contesto omogeneo, sia da indagini puntuali, ed è finalizzato ad ottenere un quadro d’insieme del territorio comunale dal punto di vista geologico-ambientale che permetta una corretta gestione del territorio stesso.

Sono state condotte ricerche bibliografiche sulla documentazione scientifica e tecnica esistente per la definizione delle caratteristiche peculiari presenti nel territorio in oggetto e nel suo intorno.

Lo studio è stato svolto in osservanza delle leggi vigenti ed in particolare:

- le finalità della **L.R. 24 Nov. 1997 - n° 41**
“Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”

- le direttive contenute nella **D.G.R. 6 Agosto 1998 n° 6/37918**
“Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale (territori di pianura)”

- le direttive contenute nella **D.G.R. 29 Ottobre 2001 n° 7/6645**
per la redazione dello Studio geologico ai sensi dell’art. 3 – L.R. 41/97

- le direttive contenute nella **D.G.R. 22 Dicembre 2005 n° 8/1566**
“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57

- normativa del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po, secondo le disposizioni contenute nella D.G.R. n° 7365 dell’ 11/12/01 e s.m.

- Disposizioni di cui al R.D. 523/1904 sulle acque pubbliche – D.G.R. 7/7868 del 25 gennaio 2002 - D.G.R. 7/13950 del 1 agosto 2003

- Disposizioni di cui al D. Lgs. 192/1999 integrato con D. Lgs. 258/2000 sulla salvaguardia dei punti di captazione acque ad uso idropotabile

- Indagini geologiche e geotecniche, previste dal D.M. 11/03/88, secondo le varie classi di appartenenza.

2.0 - METODOLOGIA DI INDAGINE

Lo studio effettuato si è basato su tre fasi distinte di lavoro: analisi, valutazione e proposte.

1 - La fase di analisi è rappresentata dalla raccolta di dati, osservazioni di campagna, analisi delle singole tematiche locali tali da fornire le informazioni relative agli aspetti geologici, geomorfologici, pedologici, idrogeologici, idrografici ed ambientali del territorio in esame, in modo tale da permettere la definizione e la formazione degli **elaborati cartografici di base**.

2 - La fase di valutazione consiste nella verifica ed elaborazione dei dati raccolti nella precedente fase di analisi, le cui risultanze permettono la redazione di una carta di sintesi avente lo scopo di fornire un quadro sintetico del territorio.

3 – La successiva fase propositiva deriva dalla valutazione incrociata degli elementi caratterizzanti, contenuti nella carta di sintesi, con i fattori antropici ed ambientali propri del territorio in esame.

3.0 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale di Gravellona appartiene al settore settentrionale della pianura posta a nord del Fiume Po, denominata “ Lomellina “,ed è compreso tra il canale Quintino Sella ad Ovest ed il Torrente Terdoppio ad Est, è distante. 45 km. dal capoluogo provinciale.

La superficie urbanizzata è concentrata nell’abitato principale costituito dal vecchio nucleo, sede della Municipalità, mentre le attività produttive (industriali ed artigianali) sono concentrate lungo la S.P. n.° 192 nel tratto che collega Gravellona all’abitato di Cilavegna.

All’ambito comunale appartiene una frazione, che costituisce il nucleo abitativo di Barbavara.

Parte dell’abitato si sviluppa su un lembo di terrazzo morfologico, ora antropizzato e quasi completamente modificato ad opera dell’uomo, per motivi principalmente agricoli o legati alla espansione del nucleo abitativo nel corso dei secoli.

Il comune conta una popolazione di 911 famiglie per un totale di circa 2050 abitanti ed una superficie complessiva è di circa 20,42 kmq.

L'asse viario principale è rappresentato dalla S.P. 192 che attraversa il territorio comunale da Nord a Sud e da Est ad Ovest collegandolo con i Comuni di Vigevano, Cilavegna e Cassolnovo, con i quali è confinante, mentre la SP n. 104 lo collega, verso Est, con la Regione Piemonte (comuni di Tornaco e Borgolavezzaro).

Una rete di Strade intercomunali garantisce i collegamenti sia i Comuni limitrofi, che con le Cascine e le case sparse.

Sussistono, inoltre, considerata la vocazione agricola del comprensorio, numerose case coloniche e cascine isolate, diversamente distribuite.



Latitudine: 45° 20' 0" N

Longitudine: 8° 46' 0" E

Altitudine : 118 m s.l.m.

Minima : 110 m s.l.m.

Massima: 120 m s.l.m.

Escursione altimetrica : m. 10

Superficie: 20,42 km²

Gravellona Lomellina – Comuni limitrofi

Pos	Comune	Distanza	Residenti
1	<u>Cilavegna (PV)</u>	2,9	4.979
2	<u>Parona (PV)</u>	5,2	1.698
3	<u>Cassolnovo (PV)</u>	6,2	5.820
4	<u>Tornaco (NO)</u>	6,3	878
5	<u>Borgolavezzaro (NO)</u>	7,2	1.879
6	<u>Albonese (PV)</u>	7,5	504
7	<u>Sozzago (NO)</u>	9,2	859
8	<u>Cerano (NO)</u>	9,3	6.665
9	<u>Mortara (PV)</u>	9,4	14.244
10	<u>Terdobbiate (NO)</u>	9,4	470
11	<u>Vigevano (PV)</u>	10,9	57.450
12	<u>Vespolate (NO)</u>	11,0	2.076
13	<u>Nicorvo (PV)</u>	11,6	386
14	<u>Trecate (NO)</u>	12,2	16.915
15	<u>Gambolò (PV)</u>	12,5	8.323
16	<u>Nibbiola (NO)</u>	12,9	720
17	<u>Castello d'Agogna (PV)</u>	13,3	969
18	<u>Garbagna Novarese (NO)</u>	13,3	964
19	<u>Olevano di Lomellina (PV)</u>	13,6	771

Gravellona Lomellina - Aerofotogrammetria



3.1 CENNI STORICI

Gravellona dipendeva nell'alto medioevo dal Vescovo di Novara, che lo infeudò a un certo Ingone; passò sotto il controllo di Pavia probabilmente nel 1164, e nel 1250, nell'elenco delle terre pavesi, appare come *Gravalona*. Nel 1470 fu concessa in feudo a Marcolino *Barbavara*, dei signori della Valsesia. Caso raro di stabilità, la signoria dei Barbavara si prolungò per secoli, fino all'abolizione del feudalesimo (1797). Da loro prese nome la principale frazione comune.

Nel 1532 Gravellona (che nel frattempo era ritornata al Contado di Novara) fu unita alla nuova provincia del *Contado di Vigevano* o Vigevanasco. Nel 1543, con il Vigevanasco, fu assorbita dai domini dei Savoia, cui già dal 1707 apparteneva la Lomellina. Nel 1818 il Vigevanasco fu riunito alla Lomellina, che nel 1859 entrò a far parte della provincia di Pavia.

4.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

4.1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA

4.1.1 GEOLOGIA

L’area di indagine ed il territorio circostante sono compresi nel Foglio n. 58 (Mortara) della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000.

I sedimenti presenti sono tutti di età quaternaria e di origine alluvionale, legati alla successione dei fenomeni di deposito ed erosione, conseguenti all’attività fluvio-glaciale seguita al sollevamento post-pliocenico.

Questi fenomeni hanno portato alla formazione della Pianura Padana attraverso il colmamento di un "Golfo padano" preesistente.

Tale bacino sedimentario è andato riducendosi per fenomeni di compressione, molto attivi nel Miocene e persistiti fino al Quaternario, i quali hanno dato origine a fronti di scorrimento nord vergenti dagli Appennini e sud vergenti dalle Alpi Meridionali.

Queste strutture, presenti anche nel sottosuolo, hanno condizionato la distribuzione areale e lo spessore dei sovrapposti depositi continentali.

Così ad esempio, ai fronti di accavallamento, da considerare come alti morfostrutturali, corrispondono platee di erosione sulle quali sono venuti a mancare gli accumuli di depositi continentali, anche per lunghi periodi, sino all’avvenuto colmamento delle adiacenti depressioni morfostrutturali.

Dove i fronti alpini ed appenninici sono maggiormente distanziati, è interposta una zona poco deformata (ondulazioni con assi orientati parallelamente alle direttrici appenniniche) in cui gli accumuli continentali hanno raggiunto il massimo sviluppo.

Sulla base di questi condizionamenti morfostrutturali, si evidenzia per la zona una locale dislocazione lungo l’asse Palestro-Mortara-Gambolò (orientamento O-E) che ha comportato un relativo affossamento della zolla settentrionale ed un aumento complessivo, da ovest verso est, della sequenza continentale.

La successione stratigrafica del sottosuolo è rappresentata dai sedimenti appartenenti al sistema deposizionale plio-pleistocenico padano, i cui termini basali (Pliocene-Pleistocene inf.), di origine marina, sono complessivamente costituiti da marne argillo-siltose e da argille siltose. Su di esse poggia la sequenza continentale (Pleistocene medio sup.-Olocene) formata dalla successione "Villafranchiana" e dai depositi alluvionali franchi (materasso alluvionale).

La copertura alluvionale rappresenta l'ultima fase della sedimentazione che ha colmato il Paleobacino Padano, sulla quale si è impostato il Piano Generale della Pianura, noto in letteratura come Piano Generale Terrazzato o Livello Fondamentale della Pianura (LFP).

I depositi alluvionali di tale piano sono stati poi incisi dai corsi d'acqua, modellandone la superficie.

L'azione erosiva di Po, Sesia e Ticino ed in secondo luogo quella dei corsi d'acqua minori, Terdoppio ed Agogna, ha prodotto profonde incisioni e le grandi scarpate di raccordo tra tardoglaciale wurmiane ed Olocene.

All'interno delle stesse incisioni vallive si riconoscono ripiani minori riferibili all'Olocene antico, medio e recente, testimoni di diversi livelli di stazionamento dei corsi d'acqua e dei loro processi erosivi e deposizionali in epoca postglaciale.

In questo contesto geologico è inserita l'area di indagine ed il territorio circostante, i sedimenti presenti sono tutti di età quaternaria e di origine alluvionale, legati alla successione dei fenomeni di deposito ed erosione, precedentemente descritti, conseguenti all'attività fluvio-glaciale seguita al sollevamento post-pliocenico.

Si può affermare, in conclusione, che al territorio lomellino competono terreni alluvionali di età diversa, depositi dai corsi d'acqua in relazione alle vicende climatiche pleistoceniche ed oloceniche, distinti in letteratura in quattro tipi principali:

1. *alluvioni relitte dell'antico terrazzo rissiano (RISS)*
2. *alluvioni del livello fondamentale della pianura (FLW)*
3. *alluvioni antiche dei terrazzi maggiormente elevati (a¹)*
4. *alluvioni medie e recenti (a² e a³)*

I depositi rissiani costituiscono i testimoni d'erosione di un antico ed esteso terrazzo, emergenti dal livello fondamentale in forma di piccoli dossi sabbiosi appiattiti e dilavati.

Tali dossi, residui dall'antropizzazione avvenuta ad opera dell'uomo per motivazioni prettamente agricole, costituiscono culminazioni anche di 5-6 metri, come quelli ancora presenti ad Est di Parona e Mortasa, nella porzione orientale del territorio lomellino settentrionale.

Ad essi sono state interpretati come dune sabbiose oloceniche (Sacco, 1892), poi come depositi fluviali rimaneggiati ad opera del vento fino all'epoca romana (Boni, 1947).

Attualmente si accetta per queste forme un'età rissiana, avvalorata dalla presenza di un paleosuolo sabbioso giallo ocra ed una origine fluviale.

E' incerto se esse abbiano anche subito un rimaneggiamento eolico durante il Pleistocene superiore.

I depositi del livello fondamentale risalgono al Pleistocene recente, attribuiti alle facies fluvioglaciali e fluviali wurmiane.

Questa formazione, formata da alluvioni prevalentemente sabbiose, costituisce un ampio conoide poco rilevato e di forma debolmente convessa, caratterizzata dalla presenza di un suolo dello spessore di circa un metro, di colore bruno o bruno-rossastro, originatosi per dilavamento di paleosuoli preesistenti a monte.

All’interno di esso si distinguono due facies:

- *fluvio-glaciale, sviluppata nei pianalti intramorenici ed in corrispondenza del raccordo fra media, alta pianura e cerchie moreniche*
- *facies fluviale, presente nella bassa pianura, a valle della zona dei fontanili, e nell’area pedeappenninica esterna all’ambito glaciale.*

Lungo i corsi d’acqua (Sesia, Agogna e Terdoppio) affiorano le Alluvioni Antiche dell’Olocene inferiore che ne contrassegnano il tracciato, incassati nei depositi wurmiani (con un gradino morfologico di qualche metro) e sospesi sulle Alluvioni medie e recenti.

Si riscontrano in questa fascia solitamente di golena, più o meno sviluppata, vari ordini di terrazzi, il cui modellamento è avvenuto in relazione alle oscillazioni climatiche post-wurmiane.

Le Alluvioni antiche del Terdoppio risultano costituite prevalentemente da depositi a granulometria sabbioso-ghiaiosa, mentre è maggiore la componente limosa in corrispondenza ai sedimenti dell’Agogna.

Le Alluvioni medie e recenti, attribuite all’Olocene medio e superiore sono costituite da sedimenti sabbiosi.

4.1.2 GEOMORFOLOGIA

La porzione di Lomellina che costituisce l’oggetto della presente indagine è totalmente compresa nel livello fondamentale della pianura, **L.F.P.** o **P.G.T.** (*Piano Generale Terrazzato*) – *costituito dalle alluvioni wurmiane quaternarie (Pleistocene Recente) da cui emergono le ondulazioni rappresentate dai dossi rissiani (Fluviale Riss - Pleistocene medio).*

A margine sono presenti i sistemi vallivi dei principali corsi d’acqua depositi più recentemente (*Alluvioni Antiche, Medie, Recenti e Attuali - Olocene*).

Il livello fondamentale rappresenta l’insieme dei terreni costituenti il terrazzo wurmiano, ossia la massa di sedimenti che ha colmato la depressione originata dall’imponente fase erosiva dell’interglaciale Riss - Wurm.

I terreni precedenti sono stati quasi completamente ricoperti da questa gran coltre di sedimento, emergendo localmente come isolette nel “mare wurmiano” (vedi dossi rissiani). Il periodo glaciale wurmiano vide l’alternarsi di pulsazioni climatiche fredde e calde, durante le quali si ebbe rispettivamente avanzata ed arretramento delle imponenti masse glaciali allora presenti.

Sono stati riconosciuti tre livelli all’interno delle deposizioni alluvionali wurmiane, denominati Wurm 1,2 e 3.

Gabert (1962) attribuisce al Wurm 1, cui corrispose la massima espansione dei ghiacci, il colmamento principale della depressione originatasi durante l’interglaciale Riss – Wurm.

Gli episodi successivi, legati a pulsazioni di minore entità, hanno prodotto ridotti accumuli detritici.

Per tale motivo il livello fondamentale della pianura si presenta come una conoide più volte terrazzata, in cui si riconoscono tre ordini di superfici situate a quote progressivamente inferiori, Il terrazzo più elevato, maggiormente esteso, è correlabile col Wurm 1; gli altri due, rappresentano principalmente terrazzi d’erosione della superficie principale, a quote progressivamente inferiori e talora separati tra loro da rotture di pendenza.

Si riscontra ovunque la presenza di un paleo - reticolo idrografico andato spegnendosi nel tempo sia per cause naturali sia per le modificazioni irrigue condotte ad opera dell’uomo, per motivazioni agronomiche.

Generalmente si può affermare che il livello fondamentale ha superficie sub-pianeggiante, blandamente ondulata e degradante verso sud-est, solcata da frequenti paleo-incisioni.

Le quote maggiori (circa 130 m s.l.m.) dell’area centrale Lomellina, compresa tra Agogna e Terdoppio, si rilevano presso il limite nord occidentale dell’area, nel comune di Confienza, le inferiori (circa 100 m s.l.m.) nella parte sud orientale, nel comune di Mortara.

Le Alluvioni Wurmiane risultano limitate marginalmente dai sistemi vallivi del Terdoppio e dell’Agogna, allungate in senso N-S e con sedimenti molto lisciviati.

Frequenti incisioni, non tutte cartografabili ne limitano l’estensione in senso E-O.

Tali incisioni sono riconducibili alla presenza di fontanili e ad una depressione a S di Mortara che origina un forte richiamo nei confronti delle acque superficiali e sotterranee.

Le superfici terrazzate antiche del Terdoppio corrispondono ad un’unica superficie a morfologia lievemente convessa, costituente una conoide sabbioso-ghiaiosa originata in un ambiente a forte energia, propria di un regime torrentizio con quote comprese tra 120 e 109 m.

Le alluvioni medie e recenti hanno estensione molto limitata e si sviluppano all’interno della superficie più depressa di pertinenza del Terdoppio.

4.1.3 ELEMENTI FLORISTICI E FAUNISTICI

L’area presenta tipi vegetazionali di notevole interesse specie nella fascia di divagazione fluviale dove sono ancora presenti boschi planiziali di una certa estensione e si hanno esempi di vegetazione acquatica e palustre con forte diversificazione ambientale.

La salvaguardia e la tutela dei boschi, al contrario di ciò che comunemente si pensa, non sono argomenti di recente interesse, in quanto, seppure per ragioni diverse, dal comparire dell’uomo in questa area ed in parallelo con lo sviluppo demografico, essi sono sempre stati oggetto di sfruttamento e comunque di taglio e disboscamento, dapprima per necessità di legname, quindi per accrescere le aree coltivate ed infine per necessità legate allo sviluppo agricolo, industriale ed urbanistico.

E’ interessante notare come già negli statuti di Vigevano della fine del XIV secolo si trova l’obbligo di ripiantare dopo il taglio, il divieto di pascolo nei due anni seguenti il taglio e sanzioni pecuniarie per chi sottrae legna abusivamente.

Successivamente è la nobiltà, che individua i boschi della valle del Ticino quale esclusiva riserva di caccia, a pretenderne la tutela.

Il Duca quindi, seppure con diversi scopi e motivazioni, svolgeva riguardo alla tutela della vegetazione una funzione simile a quella attualmente esercitata da Parchi ed Aree Protette.

Passando a periodi più vicini a noi, la situazione di degrado alla fine dell’ottocento era tale che per il legname da opera si dovette far ricorso al Tirolo ed all’Italia meridionale (ERSAL 1996).

Attualmente vanno ovviamente ricordati querceti di fondovalle caratterizzati dalla presenza di *Quercus robur* con Pioppo nero, Pioppo bianco, Carpino e Ontano nero

Le aree prossime al corso del fiume sono caratterizzate da boschi e boscaglie igrofile, prevalentemente costituite da salici.

Gli aggruppamenti a Pioppo bianco (*Populus alba*) si sviluppano in zone con falda freatica subsuperficiale.

Nelle zone depresse con ristagno d’acqua si sviluppano gli alneti (Ontano - *Alnus glutinosa*).

Alla base dei terrazzi principali del livello fondamentale della pianura (LFP) spesso si rinvengono aree torbose.

Talora i terreni sono stati bonificati e la torba è sepolta, in altri casi le aree torbose sono coltivate a marcita, pioppeta o anche arate.

Nelle zone esterne all’area caratterizzata dalla fascia boscata di fondovalle, il territorio risulta fortemente parcellizzato per le necessità agricole.

In queste zone, dove spesso la vegetazione arborea è purtroppo stata eccessivamente limitata, contribuendo al degrado ed alla monotonia del paesaggio già naturalmente poco movimentato, si individuano le stesse specie arboree dei querceti di fondovalle, utilizzate in filari o come termini a bordo campo.

Notevole lo sviluppo di vegetazione infestante non autoctona, che possiamo ormai considerare tipica data la sua diffusione, a robinie (*Robinia pseudoacacia* spp.) sia in pianura sia lungo strade, fossi, canali, rogge e sulle scarpate.

L’ambiente così come ci appare oggi differisce sensibilmente da come doveva apparire in passato.

L’ambiente che vediamo oggi è infatti il frutto di un lavoro che l’uomo ha intrapreso fino a rendere queste terre fra le più fertili del mondo, ma tutto ciò ha comportato inevitabilmente la perdita progressiva di quei canoni estetici che rendevano un tempo lo stesso paesaggio "naturale".

Tutto è stato costruito, trasformato ed organizzato dall’uomo con infinita e secolare pazienza.

Per natura questa terra di risorgive è stata per secoli un impraticabile palude, ma le comunità di monaci nel medioevo, che bonificarono la zona introducendo le marcite, la colonizzazione feudale del duecento e le grandi riforme agricole introdotte dagli Sforza, che sperimentarono la coltivazione del riso, hanno fatto di questa zona un mosaico di ricchissimi campi di cereali.

Al servizio di questa estensione di coltivazioni, a fianco dei tre fiumi naturali che delimitano la Lomellina, è stato organizzato un complesso sistema idrico di rogge e di canali, che hanno dato vita alla costruzione di mulini, e sono sorte le cascate "a corte chiusa", tipici insediamenti rurali della Pianura Padana.

Il T.Terdopio raccoglie le acque di colatori e di alcuni fontanili più a monte e si alimenta anche col drenaggio delle acque della falda superficiale.

Il corso d’acqua scorre su di un letto sabbioso-ghiaioso e le ripe sono scarsamente ricoperte di vegetazione spontanea (prevalentemente robinia, ailanto e rovi) con la presenza localmente, in tratti più curati, di querce farnie, salici, noci, siepi di noccioli, pioppo ibrido e ontani.

In passato le zone limitrofe al fiume erano occupate da boschi umidi che tendevano a svilupparsi generalmente lungo le sponde dei fiumi, in luoghi soggetti a inondazione regolare. In questi boschi alluvionali l'inondazione apportava ogni anno un supplemento di sali minerali nel suolo da parte dell'acqua di inondazione. Oggi tuttavia, la regolazione della maggior parte dei fiumi principali ha limitato le ampie e regolari inondazioni del passato e di conseguenza ha ridotto sensibilmente l'estensione di questi boschi umidi. Ora c'è anche un confine netto tra questi boschi umidi e le colture agrarie circostanti, mentre in passato vi era un passaggio graduale ai querceti aridi.

Per quanto concerne la presenza di invertebrati nell'area soggetta a studio, oltre alla presenza di diverse specie di organismi unicellulari (batteri e protozoi) per quanto riguarda gli insetti è ipotizzabile la presenza di diverse specie di odonati (libellule), lepidotteri (farfalle diurne e notturne), ortotteri (cavallette, grilli e grillotalpa), ditteri (zanzare e mosche), coleotteri, emitteri e imenotteri (api e vespe) ect.. Sempre tra gli invertebrati e più precisamente tra i Molluschi sono individuabili Gasteropodi e Prosobranchi, mentre va accertata la presenza del Gambero di fiume (*Pallipes italicus*), crostaceo un tempo abbondantissimo nelle acque dei fiumi e dei fontanili della pianura (importante indicatore biologico sullo stato di salute delle acque superficiali) ed ora in via di estinzione.

Passando in rassegna i Vertebrati troviamo sicuramente tra gli Anfibi Anuri la testimonianza certa della presenza del rospo smeraldino (*Bufo viridis*), del rospo comune (*Bufo bufo*), della rana rossa (*Rana temporaria*), della Raganella (*Hyla arborea*), della rana agile (*Rana dalmatina*) e della rana verde minore (*Rana esculenta*). Probabile ma non avvalorata da indagini svolte sul campo è la presenza sia della rana di Lataste (*Rana latastei*) il cui areale è limitato alla sola fascia settentrionale della penisola italiana comprendente la Pianura Padana e la Svizzera del sud e sia dell'Ululone a ventre giallo (*Bombina variegata*).

Allo stesso modo occorrerebbe accertare l'eventuale presenza di una specie di anfibio estremamente raro in Italia. Si tratta del Pelobate fosco (*Pelobates fuscus insubricus*) l'anfibio endemico italiano oggi a maggior rischio di estinzione classificato "specie prioritaria" dalla Direttiva 92/43/CEE. A tutt'oggi i pochi nuclei superstiti, geograficamente isolati e di ridotte dimensioni sono localizzati in Pianura Padana prevalentemente nel novarese e nel torinese.

Tra gli Anfibi Urodela dobbiamo annoverare la possibile presenza della Salamandra Pezzata (*Salamandra salamandra*), del Tritone Crestato (*Triturus cristatus*), del Tritone punteggiato (*Triturus vulgaris*) e di quello Alpino (*Triturus alpestris*).

Per quanto concerne i Rettili sicuramente presenti nell'area dobbiamo annoverare l'Orbettino (*Anguis fragilis*), il Saettone (*Elaphe longissima*), il Ramarro (*Lacerta viridis*), la Biscia dal Collare (*Natrix natrix*), il Colubro liscio (*Coronella austriaca*) mentre va accertata l'eventuale presenza della Testuggine d'acqua (*Emys orbicularis*).

L'Ittiofauna presente nella zona comprende sia specie che prediligono acque limacciose e ferme, sia specie che al contrario necessitano di acque limpide e ben ossigenate per portare a compimento il proprio ciclo biologico.

Per quanto riguarda l'avifauna, merita attenzione la presenza nell'area delle averle, piccola (*Lanius collurio*) e cenerina (*L. minor*). In particolare, la seconda è una specie in regresso legata alle zone di pianura non coltivate intensivamente e con paesaggio agrario diversificato, ovvero con presenza di vegetazione naturale associata a diversi tipi di colture. Le averle, essendo predatori, possono contribuire a limitare le popolazioni di insetti e roditori potenzialmente dannosi alle coltivazioni.

Stesso ruolo ecologico assolvono naturalmente i rapaci, presenti nell'area in questione con alcune specie, quali poiana, gheppio, lodolaio, albanelle e falco di palude. Tra queste le albanelle e il falco di palude (gen. *Circus*) sono tra i più tipici frequentatori delle campagne coltivate e delle zone umide. La loro presenza, come quella delle averle, testimonia del buon stato di salute ambientale del territorio, evidentemente molto produttivo biologicamente, nonostante la pesante alterazione operata dall'uomo. Del resto, tutte le aree dove vi sia la presenza di acqua in modo più o meno costante nel corso dell'anno, fungono per così dire da calamita per varie specie di uccelli, soprattutto migratori, che vi possono sostare durante il passo: è questo il caso dei limicoli, tra cui si segnala il frullino (*Lymnocyptes minimus*), e di varie specie di anatre.

Importante anche la presenza degli aironi (cenerino, rosso, sgarza ciuffetto), che trovano nelle risaie e nei pioppeti, anche industriali, degli ambienti di alimentazione e di riproduzione fondamentali nell'Italia settentrionale.

Come gli aironi, anche il lodolaio (*Falco subbuteo*), piccolo falco predatore di insetti ed uccelli, si adatta a questi ambienti artificiali, potendo sfruttare i pioppeti come luogo di nidificazione e le vaste aree aperte come luogo di caccia. E' una specie piuttosto sensibile al disturbo antropico e la sua distribuzione nella pianura padana appare limitata: pertanto meriterebbe una certa attenzione la sua presenza nell'area in esame.

Infine, da menzionare la presenza dell'upupa (*Upupa epops*), uccello legato ai boschi e alla campagna alberata dove non si faccia uso di troppi pesticidi. L'upupa è infatti di

abitudini insettivore e tende a nidificare nei buchi di grossi alberi, sempre più rari nella nostra pianura.

Per quanto riguarda i mammiferi insettivori_è probabile la presenza della Talpa europea (*Talpa europaea*), della Talpa cieca (*Talpa caeca*), del Toporagno comune (*Sorex araneus*), del Toporagno nano (*Sorex minutus*) e del toporagno d’acqua (*Neomys fodiens*). E’ quasi certa anche la presenza la presenza del Mustiolo (*Sincus etruscus*), della Crocidura minore (*Crocidura suaveolens*), dell’Arvicola di Savi (*Pitymys savii*) dell’Arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*) nonché del Riccio europeo (*Erinaceus europaeus*).

Sicura è la presenza di diverse specie di Chiroteri mentre tra i mammiferi carnivori è documentata la presenza della Volpe (*Vulpes vulpes*), della Donnola (*Mustela nivalis*), della Faina (*Martes foina*) e del Tasso (*Meles meles*).

La vegetazione potenziale è quella che costituiva la foresta planiziale, alcuni lembi di questo tipo di foresta sono ancora presenti nel Parco del Ticino, ma soprattutto nel Bosco Negri, L’evoluzione della vegetazione oltre all’influenza dell’uomo, è stata influenzata dai fattori naturali che hanno costruito l’evoluzione del pianeta e delle sue forme viventi.

Il bioclina condiziona la distribuzione geografica odierna degli esseri viventi sulla superficie della terra e negli oceani, e ne determina la loro periodicità annuale.

La distribuzione della vegetazione dipende dal clima che caratterizza quella determinata regione, di conseguenza nella storia del pianeta le tipologie vegetali ed i loro areali, si sono differenziate oltre che per una normale attività evolutiva, anche per la variazione delle condizioni climatiche.

Nella tabella seguente si riporta uno schema della storia della vegetazione nel periodo postglaciale.(tratto dal volume due “ trattato di botanica – sistematica e geobotanica” di Carlo Cappelletti.

Cronologia approssimata	Periodo	Vegetazione della Padania	Vegetazione dell’Europa Centrale	Isoterme Europa C. gennaio	Isoterme Europa C. Luglio	Industrie preistoriche
Dopo il 100 A.C	X Attuale	Boschi sfruttati dall’uomo, colture, associazioni antropiche	Boschi sfruttati dall’uomo, colture, associazioni antropiche	-1	+18	
800 – 100 A.C	IX subatlantico	Boschi di querce e castagneti in collina	Boschi di faggio	-1	+18	Età del ferro
2500 – 800 A.C	VIII Suboreale	Boschi termofili di quercia e lecci in collina	Bosco misto con quercia dominante	+2	+24	Età del bronzo
5500 – 2500 A.C	VII – VI Atlantico	Boschi termofili di quercia	Bosco misto con quercia dominante	+2	+18	Neolitico Mesolitico
7000 - 5500 A.C	V Boreale	Bosco di quercia e nocciolo	Nocciolo dominante	-5	+20	Mesolitico
8000 – 7000 A.C	IV Preboreale	Bosco rado di pino silvestre	Bosco rado di betulla e pino silvestre	-8	+16	Mesolitico
9000 – 8000 A.C	III Subartico recente	Tundra a betulla e pino silvestre	Tundra a betulle	-14	+10	Mesolitico
10000 – 9000 A.C	II Interstadiale di Allerod	Bosco rado di pino silvestre	Bosco rado di pino silvestre e betulla	-8	+16	Mesolitico
14000 – 10000 A.C	Ib Subartico antico	Tundra a betulle e pino silvestre	Tundra a betulle	-14	+10	Paleolitico
Prima del 14000 A.C	Ia Subartico antico	Tundra a betulle e pino silvestre	Tundra a salix , Dryas e Carex	-15	+5	Paleolitico

Come si può ben vedere dalla tabella, l’evoluzione ha portato sulla Pianura Padana ad una continua modificazione delle presenze vegetali che dal 7000 a.c. comunque evidenzia la presenza continua dei boschi di Quercia, non per niente l’areale della farnia (*Quercus robur*) è la pianura Padana, dove i querceti nell’ultimo secolo sono stati sostituiti da campi, prati, pioppeti.

Il piano altitudinale che caratterizza la Pianura Padana è definito PIANO PADANO, geograficamente evidenziato dall'area che è compresa tra Torino ed il Friuli, con una fascia altimetrica compresa tra 0 e 200 metri, dove l'associazione climatogena principale è il QUERCO- CARPINETUM.

La Pianura Padana è un'ampia pianura alluvionale, caratterizzata dalla presenza di notevoli quantità di acque presenti in superficie e nel sottosuolo.

L'albero caratteristico di questo suolo è la Farnia, (*Quercus robur*), in condizioni naturali la Pianura Padana era ricoperta da boschi, nei suoli più ricchi e meglio drenati era caratteristica l'associazione QUERCO – CARPINETUM, nei suoli umidi l'associazione prevalente era la QUERCO – ULMETUM – CARPINIFOLIAE, nei suoli palustri, torbosi o saltuariamente inondati, era prevalente l'associazione CARICI – FRAXINETUM, lungo i fiumi c'era la vegetazione alveare con l'associazione POPULETUM ALBAE.

Con la grande attività trasformatrice dell'uomo, possiamo dire che nella pianura l'associazione QUERCUM- CARPINETUM è quasi scomparsa sostituita da prati stabili, e foraggere, mentre le paludi e gli stagni sono state trasformate in risaie con una tipica vegetazione infestante di elementi subtropicali.

Questa forte pressione antropica dell'uomo sul territorio e sulla vegetazione naturale, ha portato alla presenza di piante esotiche, quali la Robinia pseudoacacia introdotta dagli Stati Uniti nel secolo XVII°, e piante di origine americana importate con i semi di mais.

Sono quasi del tutto scomparse le infestanti autoctone, come il githaione (*Agrostemma githago*) ed il fiordaliso (*Centaurea cyanus*), che accompagnavano e coloravano le distese di frumento.

Il bosco di farnia si dovrebbe presentare con una struttura complessa, lo strato arboreo può raggiungere i 30 metri di altezza con una copertura che può arrivare a circa il 70% della superficie occupata dal bosco stesso.

Un' altro 20% è occupato da alberi di minori dimensioni, e circa un 40/60% è costituito da cespugli, che raramente superano i due metri di altezza.

Nelle poche radure si sviluppa un'importante vegetazione erbacea.

Perché si possano ottenere boschi con queste strutture è importante che l'impianto sia su terreno maturo e fertile.

Le specie vegetali che entrano nella composizione floristica dei querceti di pianura sono evidenziate nelle schede a seguito riportate:(in colore verde le presenze floristiche tipiche che andremo a reimpiantare sull'area, in rosso le presenze floristiche non tipiche dei

querceti ma che noi andremo ad inserire per , facilità di reperimento, alimentazione di alcune specie animali, didattica).

SPECIE ARBOREE		PIANO DI VEGETAZIONE			CARATTERISTICHE		
<i>NOME ITALIANO</i>	<i>NOME LATINO</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>H.P</i>	<i>A1°</i>	<i>A2°</i>
ACERO CAMPESTRE	ACER CAMPESTRE	X	X		15-20		X
CARPINO BIANCO	CARPINUS BETULUS	X	X	*	15-20		X
CERRO	QUERCUS CERRIS		X	X	30-35	X	
CILIEGIO SELVATICO	PRUNUS AVIUM		X	X	20-25	X	
FARNIA	QUERCUS ROBUR	X			30-35	X	
FRASSINO	FRAXINUS ESCESIOR	X	X	X	30-40	X	
GELSO BIANCO	MORUS ALBA	X	X		10-15		X
GELSO NERO	MORUS NIGRA	X	X		10-15		X
MELO SELVATICO	MALUS SYLVESTRIS		X	X	8-9		X
NOCCIOLO	CORYLUS AVELLANA	*	X	X	4-6		X
NOCE	JUNGLANS REGIA	X	X		10-15		
OLMO CAMPESTRE	ULMUS MINOR	X	X	X	25-30		
ONTANO NERO	ALNUS GLUTINOSA	X	X	X	15-30		X
PADO	PRUNUS PADUS	X	X	X	15		X
PIOPPO BIANCO	POPULUS ALBA	X	X		20-30	X	
PIOPPO NERO	POPULUS NIGRA	X	X	X	25-30	X	
ROVERE	QUERCUS PETRAEA		X	X	30-40	X	
SALICE BIANCO	SALIX ALBA	X	X	*	15-20	X	
SALICE FRAGILE	SALIX FRAGILIS		X		15-25		X
LEGENDA:							
P	PIANURA 0-100 M						
C	COLLINA 100-800 M						
M	MONTAGNA OLTRE 800 M						
H.p	ALTEZZA PIANTA						
A1°	ALBERO PRIMA GRANDEZZA						
A2°	ALBERO SECONDA GRANDEZZA						

SPECIE ARBUSTIVE		PIANO DI VEGETAZIONE			CARATTERISTICHE
<i>NOME ITALIANO</i>	<i>NOME LATINO</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>H.P</i>
BIANCOSPINO	CRATAEGUS MONOGYNA	X	X		6-8
CORNOLO	CORNUS MAS	X	X		5-6
FUSAGGINE	EUNYMUS EUROPAEUS	X	X	X	4-5
LIGUSTRO	LIGUSTRUM VULGARIS	X	X		2-4
PRUGNOLO	PRUNUS SPINOSA	X	X	X	4-5

ROVO BLUASTRO	RUBUS CAESIUS	X	X	X	0,30
SALICE DA CESTE	SALIX TRIANDRA	X	X	X	3-4
SAMBUCO NERO	SAMBUCUS NIGRA	X	X	X	5-7
SANGUINELLO	CORNUS SANGUINEA	X	X		3-4
SPINO CERVINO	RHAMNUS CATHARTICA		X		4-6
LEGENDA:					
<i>P</i>	PIANURA 0-100 M				
<i>C</i>	COLLINA 100-800 M				
<i>M</i>	MONTAGNA OLTRE 800 M				
<i>H.p</i>	ALTEZZA PIANTA				

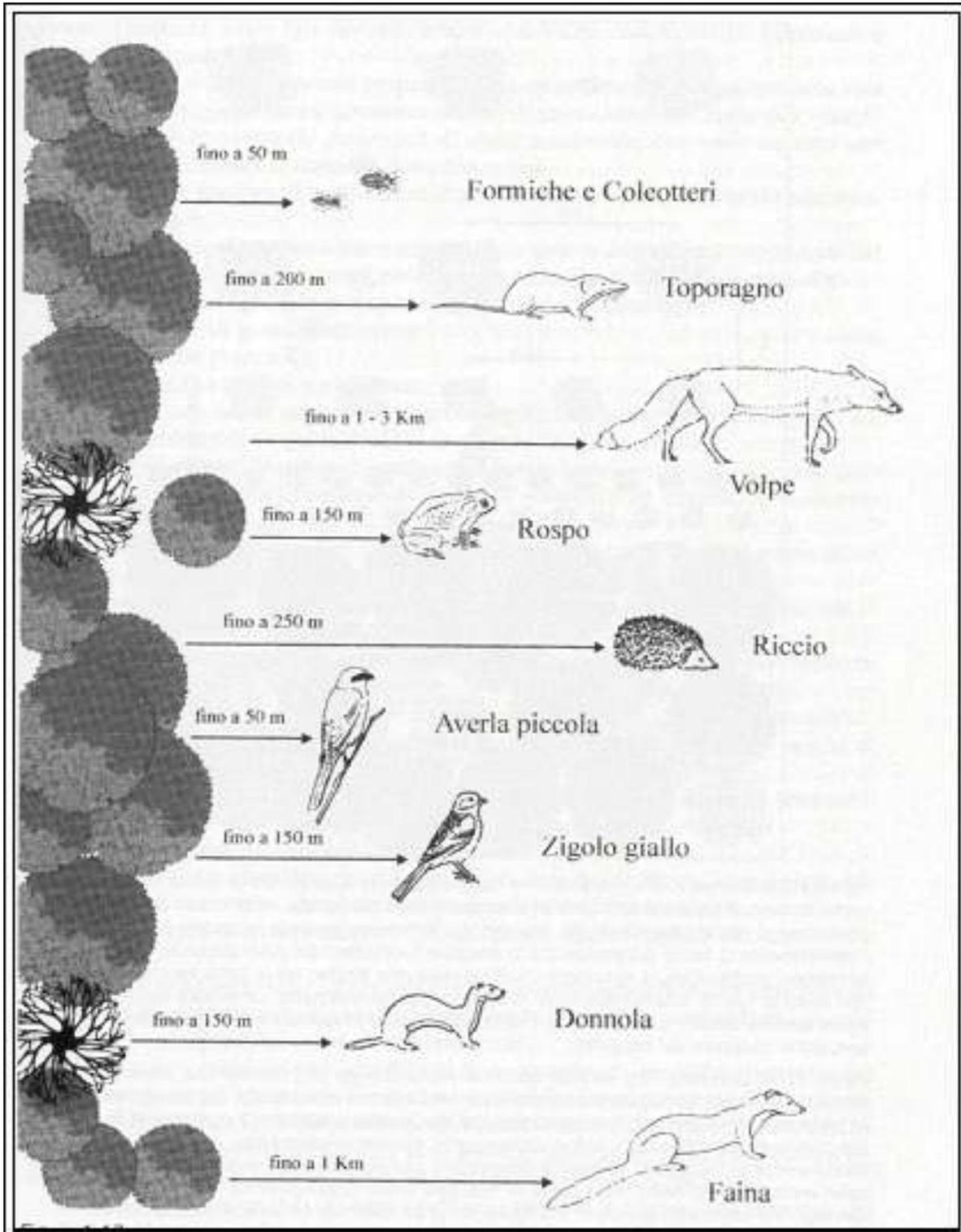
La vegetazione spontanea esistente, presente intorno all’area è quella riportata nelle successive fotografie, riprese nei mesi di giugno e luglio.



La potenzialità dell’area interessata dalle risaie, è enorme, ma solo una volta che vengano ricostruite le condizioni ambientali che possono ospitare gli animali, e vegetali. In condizioni di equilibrio naturale la situazione che si verificherebbe è quella riportata nello schema sotto riportato.



Condizione di equilibrio ecologico con raggio di azione di alcuni animali che vivono in una siepe (tratto da “reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale” il verde editoriale)



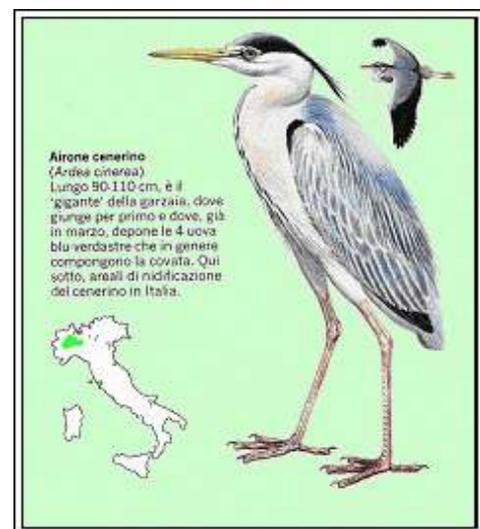
La siepe od il bosco diventano l’ecosistema, la vegetazione si struttura secondo i propri dettami naturali, gli animali trovano posto in questo “condominio”, ognuno con il proprio

compito ed il proprio raggio di azione. (le specie animali evidenziate nella figura non sono obbligatoriamente presenti sul territorio).

La situazione reale non permettendo questa biodiversità fa sì che sull’area si concentrino principalmente aironi, che dalle garzaie o comunque dall’alveo del Fiume Sesia si spostano per cibarsi nelle risaie dove trovano rane e invertebrati.

Altre presenze animali non sono state analizzate in quanto non viste, ma le condizioni ambientali fanno supporre che queste zone siano possibili aree di transito per animali che si spostano sul territorio, sia per la ricerca di cibo sia per migrazioni territoriali.

Airone cenerino (immagine tratta e modificata dal volume “conoscere la natura d’Italia” edito da istituto Geografico De Agostini Novara“)

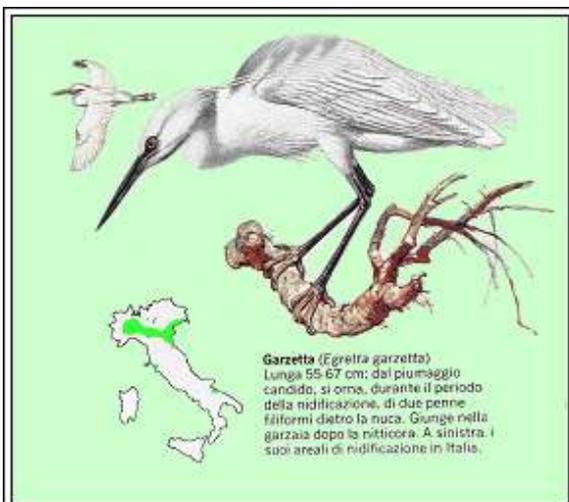


Airone rosso (immagine tratta e modificata dal volume “conoscere la natura d’Italia” edito da istituto Geografico De Agostini Novara“)

Nitticora (immagine tratta e modificata dal volume “conoscere la natura d’Italia” edito da istituto Geografico De Agostini Novara“)



Sgarza ciuffetto (immagine tratta e modificata dal volume “conoscere la natura d’Italia” edito da istituto Geografico De Agostini Novara“



Garzetta (immagine tratta e modificata dal volume “conoscere la natura d’Italia” edito da istituto Geografico De Agostini Novara“)

5.0 - STATO DEL TERRITORIO COMUNALE

(CARTA GEOMORFOLOGICA E GEOLITOLOGICA CON INDICAZIONI GEOPEDOLOGICHE – C3.a)

La documentazione di analisi del territorio, costruita sulla base delle informazioni relative agli aspetti geologici, morfologici, sui caratteri geolitologico e pedologici ha permesso di poter redarre una prima carta di inquadramento, rappresentata dall' **ELABORATO C.1.**

5.1 CARATTERI GEOLOGICI

Sotto l'aspetto geologico di superficie, al territorio comunale di Gravellona Lomellina competono terreni alluvionali di età diverse che sono stati depositi dai corsi d'acqua in relazioni alle vicende climatiche del Pleistocene e d Olocene, secondo il seguente ordine cronologico dal più antico al più recente:

(FLR) – Testimoni erosi e dilavati di un antico terrazzo ondulato a litologia sabbioso-limosa. **Fluviale Riss (PLEISTOCENE MEDIO)**.

Tali depositi sono individuabili nella porzione centrale dell'abitato di Gravellona ed in alcuni lembi affioranti lungo la direttrice nord-ovest sud-est che collega Gravellona con Tromello.

(FLW) – Depositi alluvionali attribuibili alla Facies fluviale wurmiana, perlopiù sabbiosi talora limosi, con debole alterazione ocracea o bruna nella parte superficiale.

Costituiscono il livello principale della pianura sul quale ricade per la quasi totalità l'intero territorio comunale di Gravellona.

5.2 GEOMORFOLOGIA

Il territorio ha superficie pianeggiante, degradante verso sud, con pendenze intorno al 1-1,3 %, fatta eccezione per i lembi residui dei dossi rissiani sopra descritti.

Presenta deboli ondulazioni, delimitate da scarpate poco accentuate, rimodellate a tratti dai flussi idrici di varia provenienza.

Il livello fondamentale (L.F.P) predominante nel territorio, risulta marginalmente limitato, nella porzione orientale, dal sistema vallivo del Terdoppio al quale vengono attribuite le frequenti incisioni.

le superfici morfologicamente rilevate occupano la porzione occidentale e settentrionale dell'ambito territoriale di Gravellona e degradano secondo una direttrice da N-No verso S-E.

Si riscontra ovunque la presenza di un paleo - reticolo idrografico andato spegnendosi nel tempo sia per cause naturali sia per le modificazioni irrigue condotte ad opera dell’uomo, per motivazioni agronomiche.

A settentrione dell’abitato la continuità di tali superfici viene interrotta dalla presenza di aree depresse rispetto al circostante piano campagna, di forma allungata ed aventi andamento rettilineo da nord verso sud, riconducibili a vecchi tracciati fluviali non più attivi (paleoalvei) del reticolo idrografico secondario .

Si riscontra infatti un po’ ovunque la presenza di un paleo - reticolo idrografico andato spegnendosi nel tempo sia per cause naturali sia per le modificazioni irrigue condotte ad opera dell’uomo, per motivazioni agronomiche.

Entro questa definizione di inquadramento, l’ambito territoriale al quale appartiene il comune di Gravellona contempla ben pochi elementi che differenzino spiccatamente l’andamento della superficie topografica, per cui la suddivisione morfologica ha seguito criteri che evidenzino particolarmente gli aspetti geopedologici, riferendosi alla cartografia nota nella letteratura specializzata ERSAL, basati in parte sulla ricostruzione paleogeografia locale.

Forme imputabili alla morfologia fluviale

All’azione dinamica del corso d’acqua sono da imputare le morfologie meandriche riferite al T. Terdoppio, tipiche forme ad arco o semicircolari dei contatti tra le formazioni presenti e all’interno delle formazioni medesime. Allo stato attuale sono individuabili, in misura subordinata nella porzione settentrionale, nel territorio comunale ove il torrente mantiene il suo corso naturale.

In corrispondenza di tali morfologie sono presenti dislivelli (terrazzamenti) e depressioni imputabili alla dinamica di rimodellamento fluviale.

Risultano peraltro presenti antichi tracciati fluviali (paleoalvei) caratterizzati da quattro delimitazioni localizzate ad E di Gravellona.

Aspetti morfologici imputabili all’attività umana

Agricoltura

Già a partire dal Medioevo le peculiari caratteristiche del territorio hanno permesso lo sviluppo di una fiorente agricoltura, favorita dalla ricchezza di acque naturali superficiali, dalle opere di disboscamento e dalla bonifica delle depressioni paludose.

Quest’opera sistematica dell’uomo attraverso i secoli ha avuto un significativo incremento nella seconda metà dell’800 con la realizzazione di una complessa rete irrigua ; da tale epoca sono stati definitivamente cancellati gli aspetti morfologici originari e la natura stessa del paesaggio è cambiata, limitando la presenza, prima importante, dei boschi planiziali a poche aree relitte.

Solo un’attenta lettura delle testimonianze geomorfologiche (dossi e aree depresse interposte agli stessi, paleolinee di drenaggio dei corsi d’acqua) e pedologiche, oltre che della documentazione storica esistente, può dare un’idea degli originari aspetti paesistici e della sostanziale varietà di forme ambientali fisiche e naturali.

Il territorio originale era paludoso, circondato da abbondanti quantità d’acqua, che permisero la coltivazione dell’orzo, del miglio, della segale, di ogni tipo di legumi e forse anche di vitigni.

In seguito ad interi decenni di bonifica il paesaggio venne trasformato per la monocoltura risicola.

Alcuni studi affermano che la prima semina in territorio italiano avvenne proprio in Lomellina, nel 1482, a Villanova di Cassolnovo, per iniziativa di Gian Galeazzo Visconti.

L’avvento della meccanizzazione agricola e delle nuove tecniche di coltivazione applicate alla risicoltura hanno ulteriormente incrementato gli spianamenti e le livellazioni del terreno anche nell’area in studio.

Il rapido evolversi delle sistemazioni agrarie, anche in tempi recenti, è peraltro evidente dal confronto tra le successive edizioni della cartografia regionale (C.T.R.) e dell’ I.G.M.

Tra i vari interventi antropici sono inoltre da menzionare i numerosi fontanili, poiché hanno contribuito alla creazione di un vero e proprio ecosistema ed a forme peculiari del paesaggio.

Nell’area in oggetto ne sono stati individuati undici fontanili, alcuni dei quali considerati di particolare pregio estetico ed ambientale.

Altre forme legate all’attività antropica

Sono quelle legate ai prelievi di materiali inerti, il territorio in oggetto è stato interessato, un po’ ovunque da sbancamenti e da microcave a fossa o talora con falda emergente, per il prelievo di inerte sabbioso ghiaioso.

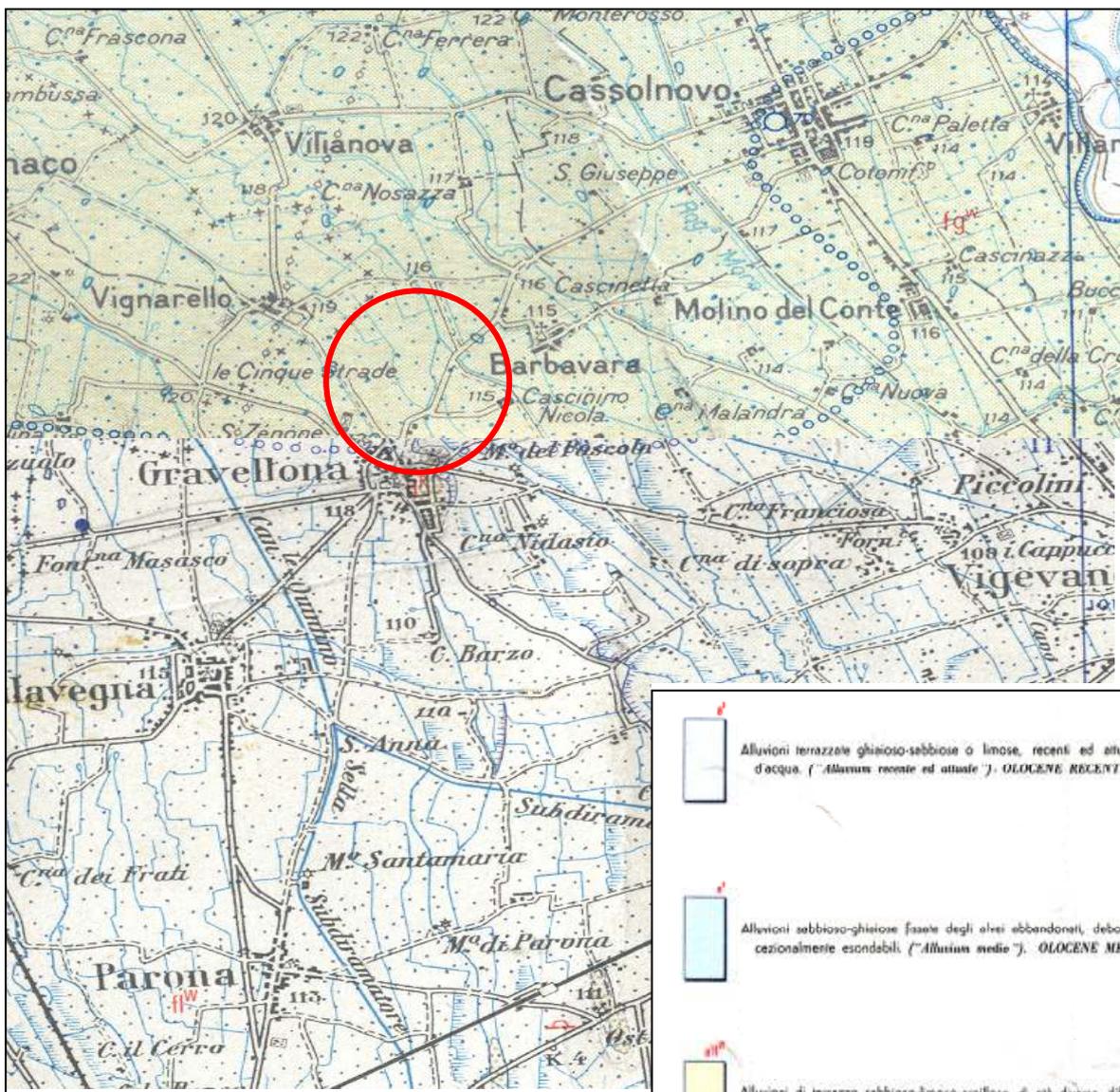
In particolare la zona sud del territorio comunale è stata oggetto di attività estrattive in fondo agricolo per l’asporto di materiali inerti.

Urbanizzazione

L'espansione edilizia è concentrata attorno al nucleo storico che si è sviluppato lungo un terrazzo rissiano, esteso da NO verso SE.

La zona industriale, peraltro contenuta, è concentrata prevalentemente lungo la direttrice verso Cilavegna, a sud-ovest del nucleo abitativo, a ridosso della S.P. n°. 192.

**ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
SCALA 1 :100.000
FOGLIO 58 MORTARA.**



- 

Alluvioni terrazze ghiaioso-sabbiose o limose, recenti ed attuali, dei maggiori corsi d'acqua. ("Alluvium recente ed attuale"). **OLOCENE RECENTE**.
- 

Alluvioni sabbioso-ghiaiose fissate dagli elvisi abbandonati, debolmente sospese ed eccezionalmente esondabili. ("Alluvium medie"). **OLOCENE MEDIO**.
- 

Alluvioni di terrazzo sabbioso-limoso-argillose, di età diversa, difficilmente separabili, sia litologicamente che morfologicamente (a Sud del Po). **OLOCENE - PLEISTOCENE**.
- 

Alluvioni fluviali, per lo più sabbiose, talora limose, con debole alterazione ocracea o bruna nella sola parte superficiale; livello principale della pianura. (Fluviale "Mamm"). **PLEISTOCENE RECENTE**.

5.3 ELEMENTI DI PEDOLOGIA

Al fine di fornire le principali informazioni sui suoli presenti nel territorio considerato, è stato utilizzato lo studio effettuato dall’Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL) “*I suoli della Lomellina settentrionale – (Progetto Carta Pedologica anno 1993)*” basato principalmente su due sistemi per la classificazione dei suoli : il sistema americano Soil Taxonomy (U.S.D.A 1990) e la legenda FAO-UNESCO (Carta Mondiale dei Suoli anno 1998) .

L’estratto della Carta Pedologica e la relativa legenda, rappresentative della situazione presente sul territorio di Gravellona, vengono allegate a fine capitolo.

Classificazione americana dei suoli (Soil Taxonomy) alla quale appartengono le unità tassonomiche presenti nell’ambito territoriale di Gravellona)

ORDINE	SOTTORDINE	GRANDE GRUPPO
Ultisols	Udults	Hapludults
Alfisols	Aqualfs	Ochraqualfs
	Udalfs	Hapludalfs
Inceptisols	Ochrepts	Dystrochrepts
Entisols	Aquents	Fluvaquents
		Psammaquents
	Psamments	Quartzipsamments
		Udipsamments
	Fluvents	Udifluvents
	Orthents	Udorthents

Sono stati individuati, a livello generale per il territorio in oggetto, un regime “naturale” di umidità che nei suoli non coltivati a risaia (sommersione) è di tipo *udico*, mentre nelle aree in cui la falda freatica è molto prossima alla superficie sussiste un regime *aquico* ; per quanto riguarda invece la temperatura dei suoli il regime è *mesico*.

Nell’area sulla quale insiste il territorio comunale di Gravellona sono presenti due grandi ambienti morfo-pedogenetici, classificati e siglati secondo l’inquadramento regionale proposto dall’ERSAL, caratterizzati dalla diversa interazione di questi fattori ed entrambi

condizionati dalle attività antropiche: il sistema del livello fondamentale della pianura (**Sistema L**) ed il sistema delle valli di pianura (**Sistema V**), incise nel livello fondamentale in epoca abbastanza recente.

Il limite morfologico fra questi è costituito da una scarpata erosiva piuttosto evidente ma discontinua, in quanto localmente distrutta dalle lavorazioni dei terreni e dalle risistemazioni agrarie.

All'interno dei due sistemi sono state distinte alcune unità di paesaggio che rappresentano sottoambienti nei quali agiscono processi morfo-pedogenetici secondari.

1) - Sistema L: superfici della piana fluvioglaciale e fluviale costituenti il livello fondamentale della pianura (L.F.P) o piano generale terrazzato, (formatosi per colmamento alluvionale durante l'ultima glaciazione, (**Sottosistema LF**), sono presenti le seguenti unità di paesaggio:

LF1 - rappresenta le superfici più rilevate, stabili con substrato sabbioso e falda profonda. Sono presenti suoli appartenenti all'ordine degli Ultisuoli (U.C. - GVL1 e PAR1), stabili con substrato sabbioso e falda profonda.

LF3 - aree a morfologia subpianeggiante, talora depresse, caratterizzate da eventi deposizionali a sedimentazione prevalentemente sabbiosa. Vi si rilevano Alfisuoli (U.C.- TAV1) caratterizzati da tessitura da moderatamente grossolana a grossolana e drenaggio molto lento.

LF4 - rappresenta le antiche linee di drenaggio non più attive a substrato sabbioso, di difficile identificazione in campo e con un contenuto pedologico poco differenziato rispetto all'ambiente circostante.

Sono presenti Entisuoli del gruppo degli *Quartzipsamments* (U.C. 16 – ALN3), trattasi di suoli variabili da moderatamente profondi a sottili, aventi tessitura moderatamente grossolana.

Presentano substrato sabbioso grossolano e/o sabbioso-ghiaioso a lento drenaggio .

2) – Sistema V: Superfici terrazzate situate in posizione intermedia tra il livello fondamentale e le valli di pianura (**Sottosistema VT**), costituite dalle alluvioni fluviali ,

delimitate da scarpate di erosione. I suoli rappresentati sono suddivisi nelle seguenti unità di paesaggio:

VT1: rappresenta le superfici terrazzate più antiche, a substrato variabile da ghiaioso a limoso, talvolta a drenaggio da molto lento ad impedito, separate dal livello fondamentale mediante una scarpata erosiva in genere ben evidente, talvolta obliterata dalle lavorazioni. Alcune di queste superfici sono ancora raggiungibili dalle acque, seppure sporadicamente, in caso di piene di eccezionale portata.

Vi si trovano, Alfisuoli; U.C.24 – AFF2; U.C.26 – BAV1), e subordinatamente Ultisuoli (U.C.21– GUZ1).

Gli Alfisuoli occupano le aree a drenaggio molto lento che rappresentano superfici di aree depresse o antiche paludi bonificate con fenomeni di deposizione secondaria, risistemate dall'uomo.

Gli Ultisuoli rilevati a E di Gravellona, si sono formati sui depositi di un'antica conoide del T. Terdoppio, su superfici stabili attualmente terrazzate. Sono suoli sottili e sabbiosi, la cui profondità utile alle pratiche colturali è limitata dal substrato sabbioso-ghiaioso e dal rapido drenaggio.

VT2: rappresenta le antiche linee di drenaggio, impostatesi sui terrazzi ad opera del reticolo idrografico principale o secondario, più o meno depresse rispetto al piano campagna. Vi si rilevano Ultisuoli (U.C. 33 – GUZZ2) localizzati nel settore orientale del territorio di Gravellona e d arealmente poco estesi, caratterizzati da tessitura da moderatamente grossolana a grossolana e substrato variabile da sabbioso a ghiaioso. La scarsa profondità di questi suoli ed il rapido drenaggio limitano fortemente le operazioni colturali, pertanto il loro utilizzo, specie in terre di risaia, è subordinato ad interventi atti a limitare il rapido sgrondo delle acque.

Profondità (utile all'approfondimento radicale)

Molto sottili	< 25 cm
Sottili	25 - 50 cm
Moderatamente profondi	50 - 100 cm
Profondi	100 - 150 cm
Molto profondi	> 150 cm

Pietrosità superficiale

Scarsa o nulla	< 0,1 %
Moderata	0,1 - 3 %
Comune	3 - 15 %
Elevata	15 - 50 %
Eccessiva	> 50 %

Reazione

Molto acidi	pH < 4,5
Acidi	pH 4,5 - 5,5
Subacidi	pH 5,6 - 6,6
Neutri	pH 6,7 - 7,3
Subalcalini	pH 7,4 - 8,2
Alcalini	pH > 8,2

Scheletro

Assente	< 1 %
Scasso	1 - 5 %
Comune	5 - 15 %
Frequente	15 - 35 %
Abbondante	35 - 70 %
Molto abbondante	> 70 %

Dimensione pietre

Piccole Ø < 7,5 cm
Medie Ø 7,5 - 25 cm
Grandi Ø > 25 cm

Carbonati totali

Non calcarei	< 0,5 %
Scarsamente calcarei	0,5 - 5 %
Moderatamente calcarei	5 - 10 %
Calcarei	10 - 20 %
Molto calcarei	> 20 %

Drenaggio

Rapido
Moderatamente rapido
Buono
Mediocre
Lento
Molto lento
Impedito

Profondità falda

Superficiale	< 25 cm
Poco profonda	25 - 50 cm
Moder. prof.	50 - 100 cm
Profonda	100 - 150 cm
Molto profonda	> 150 cm

Tasso di Saturazione in Base (T.S.B.)

Molto basso	< 35 %
Basso	35 - 50 %
Medio	50 - 75 %
Alto	> 75 %

Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.)

Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10 - 20 meq/100 g
Elevata	20 - 30 meq/100 g
Molto elevata	> 30 meq/100 g

Tessitura

Grassiolana	S e OF
-------------	--------

Permeabilità

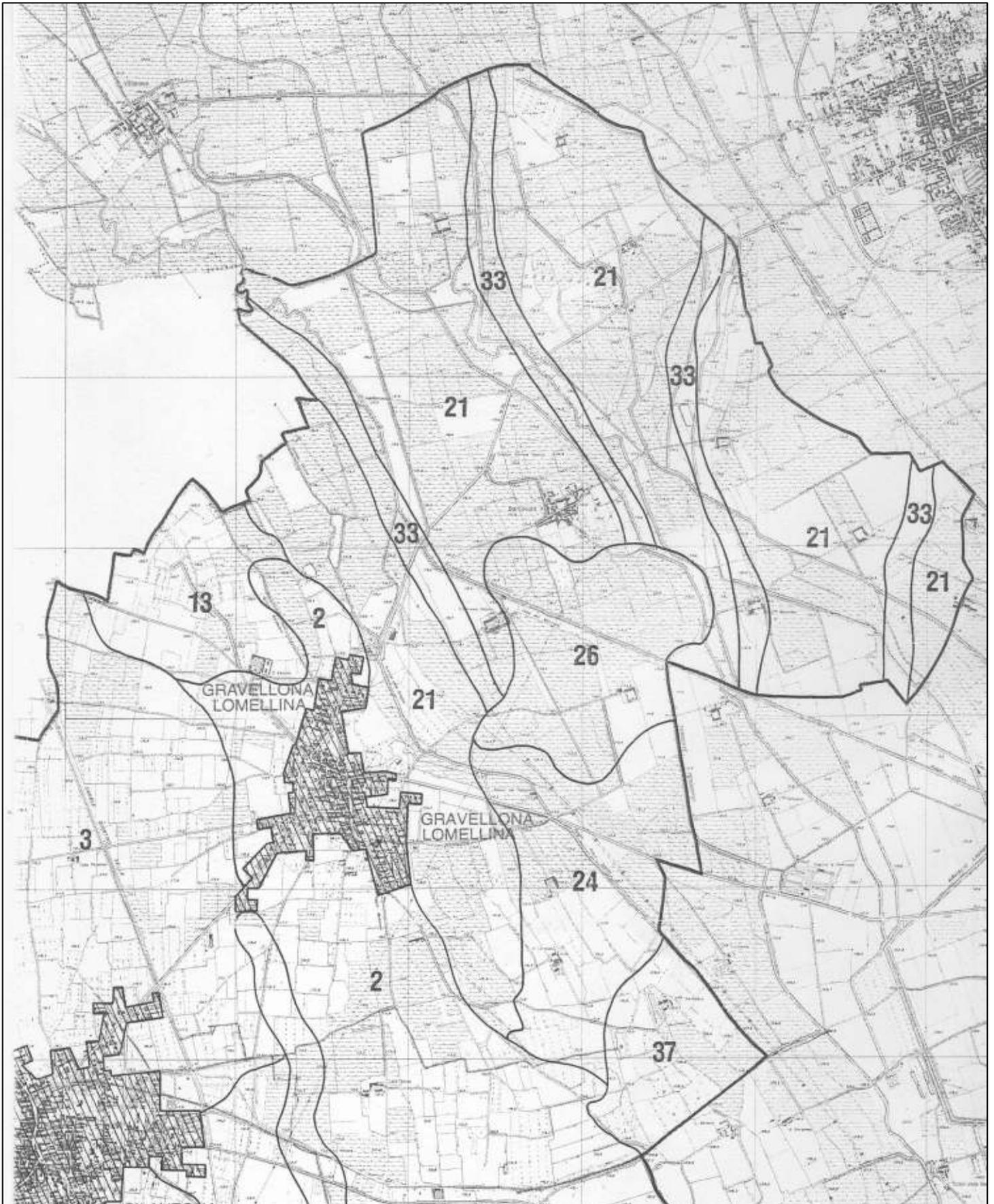
Elevata

A.W.C. (mm/100 cm di suolo)

Molto bassa	0 - 50
-------------	--------



Estratti dalla Carta Pedologica "I suoli della Lomellina settentrionale"
ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia)



SISTEMA E SOTTOSISTEMA		PAESAGGIO		U.C.	SIGLA	DESCRIZIONE DEI SUOLI	CLASSIFICAZIONE	
SOTTOSISTEMA		UNITÀ	SOTTOUNITÀ				U.S.D.A. 1990	F.A.O. 1988
<p>Sistema L Superfici terrazzate di natura fluvio-glaciale e fluviale, costituenti il livello fondamentale della pianura</p>		<p>LF1 Aree morfologicamente rilevate, generalmente stabili e limitate da scarpate, costituenti estesi dossi sabbiosi di forma stretta e allungata, ondulati ed inclinati verso sud.</p>	<p>Superfici stabili ben conservate, a morfologia subpianeggiante, con pendenza compresa tra 0.05 e 0.1 %. Vi prevale la risicoltura.</p>	1	COI1	Consociazione di suoli profondi e molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana, subacidi, con bassa saturazione in basi, a drenaggio lento.	Albaquitic Hapludalfs coarse loamy, mixed, mesic	Haplic Acrisols anthraquic phase
<p>Sottosistema LF Porzione del livello fondamentale, caratterizzata da superfici generalmente stabili e debolmente ondulate, delimitate da scarpate erosive, a tratti rimodelate da flussi idrici di varia provenienza.</p>		<p>L'uso del suolo è costituito in prevalenza da seminativi e pioppeti in successione.</p>		2	GVL1	Consociazione di suoli generalmente profondi, a tessitura moderatamente grossolana, acidi in superficie e subacidi in profondità, con saturazione in basi molto bassa, a drenaggio generalmente buono.	Typic Hapludalfs coarse loamy, mixed, mesic.	Haplic Acrisols
				3	PAR1	Consociazione di suoli generalmente profondi, a tessitura moderatamente grossolana, da acidi in superficie a subacidi in profondità, con saturazione in basi molto bassa, a drenaggio lento.	Aquic Hapludalfs coarse loamy, mixed, mesic.	Haplic Acrisols, phreatic phase

13	TAV1	Consociazione di suoli sottili, la cui profondità utile è limitata da orizzonti permanentemente saturi d'acqua entro 50 cm, a tessitura da moderatamente grossolana a grossolana, subacidi in superficie e da acidi a neutri con trend variabile in profondità, con saturazione in basi moderata che tende a diventare bassa in profondità, a drenaggio molto lento o	Typic Ochraqualfs coarse loamy, mixed, mesic.	Gleyic Acrisols.
-----------	-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	------------------

<p>Sottosistema VT Superfici terrazzate della pianura, situate in posizione intermedia tra il livello fondamentale e le pianure alluvionali attuali, non più interessate da eventi deposizionali.</p>	<p>variabile da ghiaiosa a limosa. L'uso del suolo prevalente è costituito da seminativi (mais, riso) e pioppeti.</p>	<p>quanto sede di attività estrattiva. L'uso del suolo è costituito in prevalenza da pioppeti e mais, il riso è subordinato.</p>	<p>21 GUZ1</p>	<p>Consociazione di suoli sottili, limitati da substrato sabbioso-ghiaioso, con scheletro da abbondante a molto abbondante, a tessitura grossolana, reazione subacida in superficie con tendenza a diventare neutra in profondità, saturazione in basi molto bassa, drenaggio rapido.</p>	<p>Conceptual description: skeletal, mixed, mesic.</p>	<p>skeletal phase.</p>
			<p>22 TOE1</p>	<p>Consociazione di suoli moderatamente profondi e profondi, limitati nel primo caso dalla presenza di falda oscillante, a tessitura moderatamente grossolana, con presenza di scheletro comune in superficie e da frequente a molto abbondante in profondità, reazione da subacida a neutra, saturazione in basi bassa, drenaggio molto lento.</p>	<p>Aquultic Hapludalfs coarse loamy, mixed, mesic.</p>	<p>Haplic Acrisols, anthraquic phase.</p>
			<p>23 TOE2</p>	<p>Consociazione di fase a substrato sabbioso non scheletrico e drenaggio lento dai suoli TOE 1.</p>	<p>Aquultic Hapludalfs coarse loamy, mixed, mesic.</p>	<p>Haplic Acrisols, anthraquic phase.</p>
	<p>Area a sedimentazione sabbiosa, aventi morfologia piatta o concava e forma generalmente chiusa subcircolare, più o meno depresse rispetto al piano campagna e caratterizzate da un deflusso naturale delle acque molto difficoltoso o impedito. Si tratta di zone pseudo paludose o di ex paludi bonificate di età molto antica. Il suolo mostra tipicamente segni di risistemazione antropica, in particolare di coltivi effettuati per livellare la superficie topografica. L'uso del suolo è costituito da risaie in monosuccessione.</p>		<p>24 AFF2</p>	<p>Consociazione di fase fisiografica dei suoli AFF 1: suoli delle paludi bonificate.</p>	<p>Typic Ochraqualfs coarse silty, mixed, mesic.</p>	<p>Gleyic Acrisols.</p>
			<p>25 TAV3</p>	<p>Consociazione di fase con orizzonti organici sepolti dei suoli TAV 1; suoli a tessitura moderatamente grossolana in superficie e media in profondità, con orizzonti torbosi entro 100 cm di profondità.</p>	<p>Typic Ochraqualfs coarse loamy, mixed, mesic.</p>	<p>Gleyic Acrisols.</p>
	<p>Area simili alle precedenti per aspetto e genesi, caratterizzate da sedimentazione limosa.</p>		<p>26 BAV1</p>	<p>Consociazione di suoli profondi, a tessitura media, reazione subacida con tendenza a diventare neutra in profondità, saturazione in basi bassa, drenaggio lento.</p>	<p>Albaquiltic Hapludalfs fine silty, mixed, mesic.</p>	<p>Haplic Acrisols, anthraquic phase.</p>

5.3.1 CAPACITA' D'USO DEI SUOLI

Sulla base della classificazione effettuata sui terreni presenti nell'ambito comunale di Gravellona, è stata valutata la capacità delle varie unità podologiche ovvero la loro potenzialità in funzione di un loro sfruttamento agricolo.

Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità con limitazioni d'uso crescenti, che prevedono l'uso sia agricolo che forestale, che zootecnico per le prime 4, mentre introducono limitazioni nelle successive, fino all'esclusione di ogni forma di utilizzazione produttiva nell'ultima.

Si indica inoltre con un suffisso il tipo di limitazione che interviene nelle varie classi e, che per la zona di studio si limita a:

w - limitazioni legate all'eccesso di acqua libera dentro e sopra il suolo, che interferisca con il normale sviluppo delle colture

s - limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo come l'abbondante pietrosità, la scarsa profondità, la sfavorevole tessitura e lavorabilità, etc.

Dalla tabella sotto riportata si può vedere che i suoli del territorio di studio sono compresi in III, IV e V classe di capacità e le principali limitazioni sono dovute a:

- *scarsa profondità del suolo per la presenza di orizzonti sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi entro primi 0,25 – 0,50 cm. di profondità*
- *drenaggio lento o impedito*
- *limitazioni dovute al rischio di sommersione*

I suoli di III° classe danno luogo a severe limitazioni che riducono la scelta delle colture o richiedono particolari pratiche di conservazione, vi rientrano buona parte dei suoli del Livello Fondamentale della Pianura (U.C. 2-3-16). Le principali limitazioni sono date dalla scarsa fertilità chimica .

I suoli di IV° classe si vedono ulteriormente ristrette le scelte per le colture e richiedono pratiche conservative straordinarie, si trovano nel sistema appartenente alle Valli di pianura (U.C. 21 e U.C. 24).

Le limitazioni all'uso sono riconducibili alla scarsa profondità del suolo e per la presenza, tra 25-50 cm. di profondità, di orizzonti sabbiosi che riducono lo sviluppo dell'apparato radicale ed al lento drenaggio, lento o rapido.

I suoli di V° classe presentano limitazioni tali da ridurre l'uso al pascolo o ad altri usi estensivi.

Vi appartengono due unità cartografiche riconducibili ai sistemi del Livello Fondamentale della Pianura (U.C. 13) e delle Valli di pianura (U.C. 33), corrispondenti ad aree depresse e paleoalvei del reticolo idrico secondario.

Le forti limitazioni sono causate dal drenaggio lento e/o impedito, o per la scarsa profondità del suolo.

CLASSI DI CAPACITA'	PROFON-DITA'	TESSITURA SUPERFI-CIALE %	SCHELE-TRO %	PIETRO-SITA' E ROCCIO-SITA' %	FERTILITA'	SALINITA' ECe 10 ³	DRENAG-GIO	RISCHIO DI SOMMER-SIONE	AVVER-SITA' CLIMA-TICHE
I	> 100 cm		< 15		buona	nessuna	buono	assente	nessuna
II	80-100 cm	A+L >65-70. A >35	15-35 sup 35-70 prof		pH 4.5-5.5 TSB 35-50% CSC 5-10 CaCO ₃ >40% (**)	idem	mediocre moderat. rapido *	lieve <1 v./10 a < 2 gg.	lievi
III	50-80 cm	A >50-60 S >85 L >65-75	35-70		CSC <5 TSB <35%	< 4	lento	moderato 1 v./5-10a >2 gg.	moderate
IV	25-50 cm	idem	35-70 sup > 70 prof	pietr. > 3		4-8	molto lento rapido	alto > 1v./5 a. > 7 gg.	idem
V	< 25 cm	idem	> 70	pietr. 3-15 rocc. 2-10			molto lento impedito	molto alto golene aperte	idem
VI	idem	idem	idem	pietr. 3-15 rocc. 10-25			impedito	idem	forti
VII	idem	idem	idem	pietr. 15-50 rocc. 25-50			idem	idem	molto forti
VIII	idem	idem	idem	pietr. > 50 rocc. > 50			paludi	idem	idem
sottoclassi e unità	s1	s2	s3	s4	s5	s6	w1 dren. rapido=s7	w2	c

(*) Drenaggio moderatamente rapido; tessitura del suolo (fino a 100 cm) = FS (sabbia molto fine <50%), SF

(**) Nel suolo, considerando anche gli strati di possibile approfondimento radicale.

5.3.2 CAPACITA' PROTETTIVA DEI SUOLI DA AGENTI INQUINANTI, PER ACQUIFERI PROFONDI

La capacità protettiva dei suoli è un elemento fondamentale nella valutazione della vulnerabilità del territorio per la proprietà che possono avere gli stessi di esercitare un effetto-filtro tra le sostanze tossiche, quali possono essere concimi chimici, fitofarmaci, fanghi, acque reflue, sversamenti accidentali perdite da impianti agricoli e industriali, distribuite sulla superficie, e le falde acquifere sottostanti (profonde).

La valutazione della capacità protettiva dei suoli è stata fatta secondo lo schema adottato dall'ERSAL che prende in considerazione i seguenti parametri:

- *permeabilità*
- *profondità della falda, considerato il limite superiore di oscillazione della falda freatica*
- *classi granulometriche*
- *modificatori chimici del suolo: si considera la funzione del (pH e del CSC nel determinare la mobilità degli elementi nel suolo ed il suo potere adsorbente*

Su questa base vengono definite tre classi di vulnerabilità : **elevata, moderata e bassa.**

Nel territorio comunale di Gravellona sono presenti suoli sabbiosi a diversa granulometria variabile da grossolana a fine, che rappresentano due condizioni di capacità protettiva: **moderata e bassa.**

CAPACITA' PROTETTIVA	PERMEABILITA'	PROFONDITA' DELLA FALDA	CLASSI GRANULOMETRICHE
ELEVATA	bassa (classi 4-5-6 USDA)	> 100 cm con permeabilità bassa	very fine, fine, fine silty, fine loamy, coarse silty, loamy, clayey skeletal più tutte le classi fortemente contrastanti specificate nella classe "moderata"
MODERATA	moderata (classe 3 USDA)	50-100 cm con permeabilità bassa > 100 cm con permeabilità moderata	coarse loamy, loamy skeletal, più classi over sandy, sandy skeletal e fragmental, escludendo i casi in cui il primo termine sia fine, very fine o fine silty
BASSA	elevata (classi 1-2 USDA)	< o = 50 cm con permeabilità bassa < o = 100 cm con permeabilità moderata	
MODIFICATORI CHIMICI: PH e C.S.C			
pH <= 5.5 e C.S.C. < 10 determinano il peggioramento di una classe Considerare il valore più alto tra quelli riscontrati nell'orizzonte superficiale (topsoil) e nel subsoil (orizzonte B o più strettamente la parte del profilo sotto l'orizzonte Ap)			

5.3.3 FLESSIBILITA' CULTURALE IN TERRA DI RISAIA

L’importanza economica della risicoltura in Lomellina ha da sempre condizionato le scelte colturali, conformando l’assetto fisico del territorio alle esigenze di tale coltura , spesso trascurando le reali caratteristiche dei suoli.

Con lo scopo di meglio valutare la maggiore o minore propensione alla coltura risicola dei terreni, qualora per motivi economici, per una diversa ripartizione delle risorse idriche oppure per considerazioni geologiche che richiedessero una riduzione delle superfici coltivate a riso, è stata realizzata la “*Carta della flessibilità colturale*” finalizzata a fornire i primi criteri di adattabilità del terreno nei confronti di scelte alternative.

Lo schema interpretativo, sotto riportato, individua tre classi di flessibilità colturale, definite in base al parametro più limitante tra *tessitura, permeabilità e drenaggio*.

FLESSIBILITA’ COLTURALI	TESSITURA	PERMEABILITA’	DRENAGGIO
<i>MASSIME</i>	grossolana	elevata	rapido buono
<i>MODERATE</i>	moderat. grossolana	moderata	mediocre lento
<i>LIMITATE</i>	fine	bassa	Molto lento impedito

Nel territorio considerato sono presenti suoli rappresentativi delle tre classi di flessibilità colturale, con maggior appartenenza alle classi 1e 2.

SUOLI CON LIMITATA FLESSIBILITA’

COLTURALE - CLASSE 1

Sono i suoli delle superfici depresse (U.C. 13 -TAV1 e U.C. 24 – AFF2), caratterizzati da bassa o moderata permeabilità e presenza di acqua libera entro i 100 cm. di profondità per gran parte dell’anno.

SUOLI CON MODERATA FLESSIBILITA’

COLTURALE - CLASSE 2

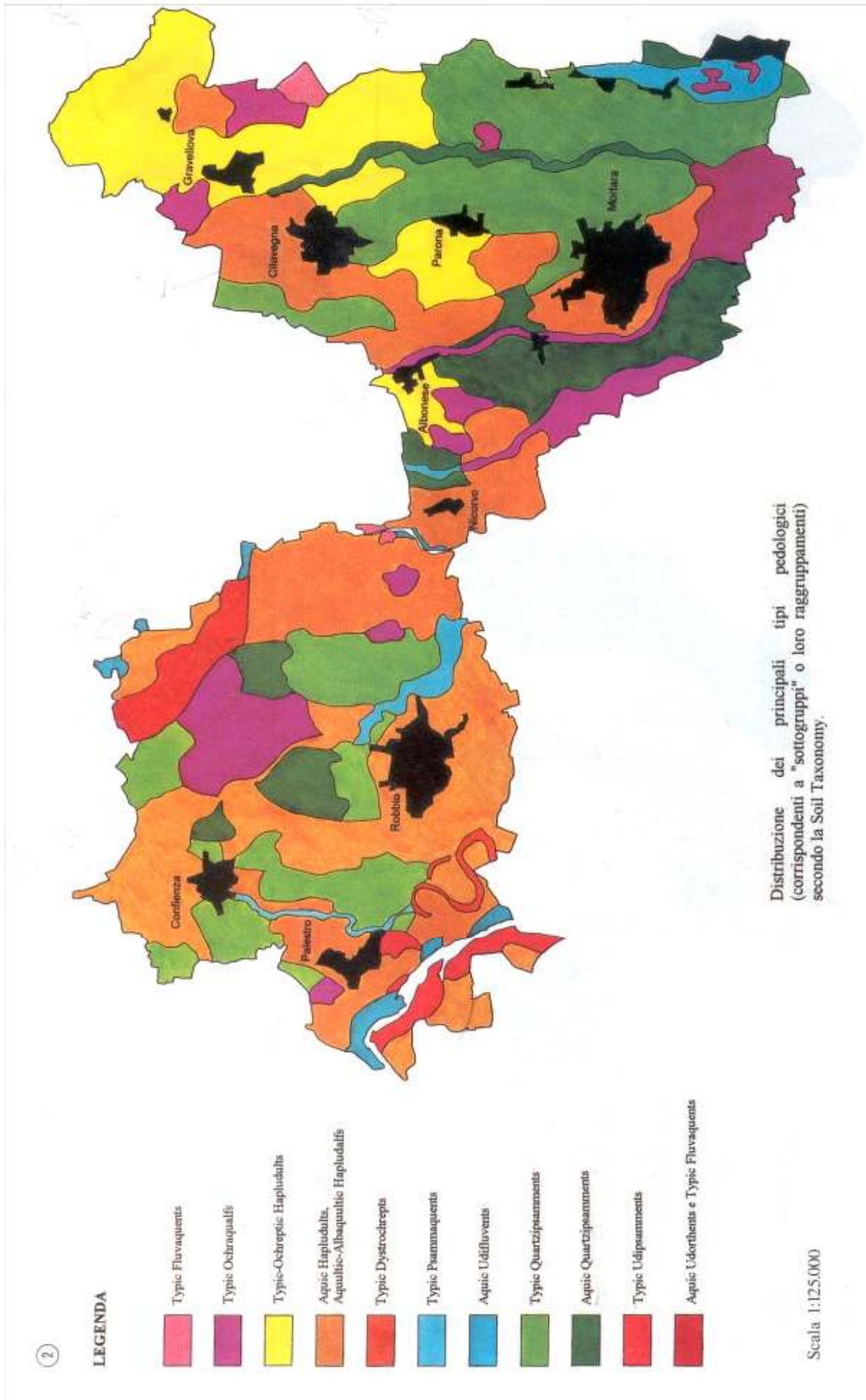
Appartengono a questa classe suoli caratterizzati da tessitura moderatamente grossolana e media, aventi moderata permeabilità e drenaggio da mediocre a lento. Rientrano in questa classe i suoli (della piana alluvionale a morfologia subpianeggiante), delle aree prevalentemente diffuse nei settori occidentale e meridionale del territorio comunale di Gravellona (U.C.2-GVL1, U.C. 3- PAR1 e U.C.16-ALN3), ed in subordine una superficie

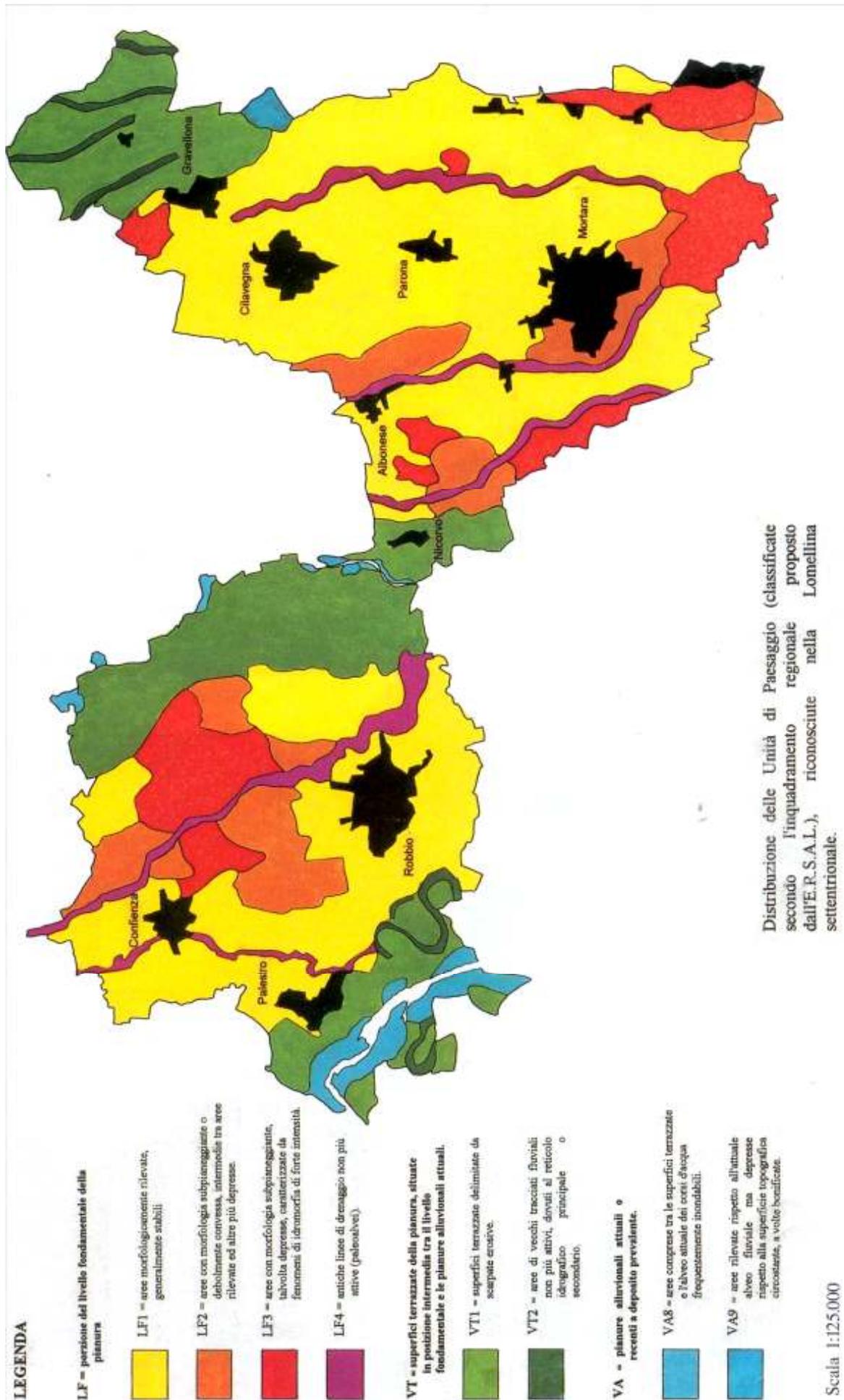
ubicata ad est di Gravellona (U.C.26 – BAV1) rappresentante una superficie pseudo paludosa, bonificata, marginale all’ambito delle superfici terrazzate del Terdoppio.

SUOLI CON ELEVATA FLESSIBILITA’ COLTURALE - CLASSE 3

I suoli appartenenti a questa classe occupano ampie superfici ubicate a NE ed a SE del comprensorio comunale di Gravellona (U.C.21-GUZZ1 e U.C.33-GUZZ2). Presentano tessitura grossolana, elevata permeabilità e drenaggio buono o rapido, che richiedono operazioni di costipamento per essere adibiti alla coltivazione del riso oltre ad elevati fabbisogni idrici.

CLASSE	U.C.	DESCRIZIONE
SUOLI CON LIMITATA FLESSIBILITÀ COLTURALE	1	Suoli delle superfici depresse, interessate dalla presenza di acqua libera per gran parte dell’anno entro i 100 cm di profondità. Per tale motivo, e perchè talvolta caratterizzati da permeabilità moderata o bassa, richiedono assolcature per facilitare l’allontanamento delle acque nei periodi di asciutta.
SUOLI CON MODERATA FLESSIBILITÀ COLTURALE	2	Suoli caratterizzati da tessitura moderatamente grossolana e media, solo raramente grossolana, che hanno permeabilità moderata e drenaggio mediocre e lento. Essi richiedono moderate operazioni colturali di costipamento; talvolta sono necessarie assolcature per facilitare lo sgrondo delle acque nei periodi di asciutta delle risaie.
SUOLI CON ELEVATA FLESSIBILITÀ COLTURALE	3	Suoli a tessitura grossolana, ad elevata permeabilità e a drenaggio buono o rapido che richiedono operazioni colturali di costipamento per essere adibiti alla coltivazione del riso così da limitare il naturale e rapido sgrondo delle acque; richiedono alti fabbisogni idrici.





6.0 – IDROGRAFIA SUPERFICIALE, IDROGEOLOGIA, LITOLOGIA E PERMEABILITA’

(CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA’ A3.b)

6.1 IDROGRAFIA

Il profilo idrografico di questa porzione di territorio lomellino entro la quale è compreso il comune di Gravellona, è contrassegnato dalla presenza di tre corsi d’acqua principali, il Terdoppio, l’Agogna ed il Fiume Ticino, il più importante, distante circa 13 chilometri a est. Il territorio è solcato da corsi d’acqua secondari, in parte naturali ed in parte artificializzati, di antica e di più recente impostazione che costituiscono la fitta rete irrigua al servizio dell’agricoltura.

Alla circolazione idrica di superficie viene associata la presenza dei fontanili, piuttosto numerosi nel territorio considerato, testimoni di un antico microambiente artificiale, all’interno del panorama degli ecosistemi padani. Vengono di seguito descritti i principali corsi d’acqua presenti sul territorio in esame

T. Terdoppio

Trae la sua origine dai colli prealpini del Novarese, in località Agrate Conturbia, durante il suo percorso riceve nel suo alveo la Roggia Mora che ne esce dopo circa tre Km., quindi si immette nella Roggia Cerana tramite la quale va a confluire nel Ticino.

In territorio comunale di Gravellona alcuni colli e risorgive si congiungono dando origine al Terdoppio Lomellino, con corso indipendente dal Terdoppio novarese e confluenza nel F. Po.

Riceve acqua da numerosi canali tra cui il Cavour ed il Naviglio Langosco.

Lungo il suo tratto in territorio comunale di Gravellona esercita, azione drenante.

Canale Quintino Sella

Prende origine in territorio piemontese dal canale Cavour, in località Veveri in una zona dove si incontrano acque provenienti dal Po, dalla Dora Baltea e dal Ticino. Attraversa il territorio a NO costeggiando per un lungo tratto il confine con il comune di Cilavegna verso il quale si dirige con direzione NO-SE. Raggiunge una portata massima di 42 m³/sec. nei mesi di massima colturale in cui le campagne richiedono un maggior apporto d’acqua.

ROGGIA FERRERA

Trae origine in territorio piemontese, da tre fontane (Ferrera, Gottardino e Fontana Buia), mentre più a sud riceve le acque del cavo Laghetto del Pozzo. Svolge la funzione di irrigatore e durante il suo percorso, la cui asta si snoda da nord verso sud, incontra il Torrente Refreddo o Vecchio Terdoppio, con il quale tramite una bocca di derivazione, da origine alla Roggia Vecchia in territorio comunale di Vigevano.

E’ stata valutata una portata minima invernale di circa 200 l/s ed una massima di 500 l/s nel periodo di massima attività colturale.

CAVO RISONE

Nasce in sponda destra della roggia Mora, in località Monterosso, nel comune di Cassolnovo. Termina il suo corso nella roggia Ferrera.

Come è stato detto precedentemente, la circolazione idrica di superficie è integrata dalla presenza dei fontanili, che prendono origine dalla riduzione della permeabilità, dovuta al passaggio granulometrico dei sedimenti dai litotipi grossolani dell’alta pianura agli orizzonti più fini delle media e bassa. La falda freatica, in questa fascia di terreni che si sviluppa in senso circa E – O all’interno dell’area in esame, risale progressivamente fino a raggiungere il piano campagna. In comune di Gravellona sono stati localizzati 15 fontanili ancora attivi, la maggior parte dei quali presentano un discreto stato di manutenzione.

L’Associazione Irrigua Est Sesia , su incarico della Regione Lombardia, ha effettuato il censimento di 166 fontanili siti in Lomellina, con la finalità di acquisire una conoscenza approfondita di ognuno ai fini della loro tutela e salvaguardia ambientale (*I fontanili: una risorsa idrica e ambientale – 1999*).

1 Barbavara	2 Cavo Bogino	3 Costa
4 Costantina	5 Delle streghe	6 Fontana Fredda
7 Fontana Fredda 2	8 Fusi	9 Fontana Madonna
10 Fontana Marciso	11 Moscatellino	12 Pilone 1
13 Pilone 2	14 Taverna	15 Testaiolo

Si riportano di seguito le loro schede di censimento.

FONTANILE CAVO MOSCATELLO

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5024474 N/480921 E. I

Comune di Cassolnovo; località Frazione Villanova.

Caratteristiche costruttive Il fontanile è del tipo a drenaggio nell'asta la cui lunghezza è di circa 200 m; la larghezza è in media di 6 m.

Caratteristiche idrogeologiche Portata stimata al termine dell'asta drenante: estiva 200 Vs, jemale 50 Vs.

Soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 2,50 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 0,50 m.

Aspetto dell'acqua: torbido.

Natura del terreno al fondo: limoso.

Natura del terreno ripale (bordo): limoso-argilloso.

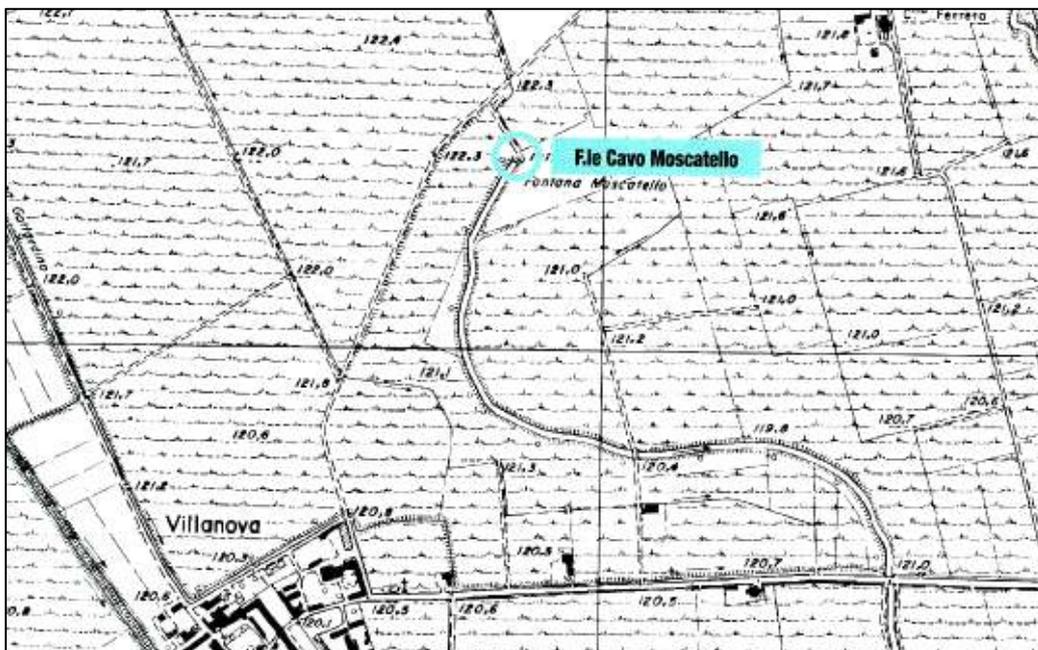
Caratteristiche ambientali Il fontanile si trova nell'Area protetta Consorzio Parco lombardo del Ticino. Il fontanile non presenta sulle sponde un ricco corredo arboreo per la presenza di coltivazioni limitrofe e per recenti opere di spurgo. L'asta ha utilizzazioni ittiche. La distanza delle colture dal bordo è di 1 m.

Valutazione estetico-ambientale: si tratta di un fontanile in buono stato di conservazione e meritevole di riqualificazione, con un riccg prelievo di falda e uno scorrimento sufficiente. Per mantenere ricco l'ecosistema si segnala l'esigenza di intervenire con un'adeguata piantumazione delle sponde.

Osservazioni generali: Lungo l'asta si immettono le acque del naviglio Langosco e da tale punto prende il nome di roggia Nuova di Borgo San Siro.

Date dei rilevamenti: 29 novembre 1993 e 20 luglio 1998.

Codice di censimento: 14 163 VG.



FONTANA FREDDA

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5023474 N/482565 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località Cascina Delizia (Thrbina).

Caratteristiche costruttive Si tratta di un fontanile a drenaggio nell'asta con la zona della testa di circa 100 m ben distinta dal resto del sistema. La larghezza media dell'asta è di 10 metri.

Caratteristiche idrogeologiche: portata stimata al termine dell'asta drenante: jemale 50 l/s.

Soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 4 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 1,80 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Il fontanile si trova nell'Area protetta Consorzio Parco lombardo del Ticino. Pur essendo circondato da risaie, mantiene un arredo arboreo molto ricco con robinie, roveri, noccioli, ciliegi selvatici e sambuchi. La distanza delle colture dal bordo è di 6 m. Nelle immediate vicinanze dell'acqua le sponde sono ricoperte da rovi che ne limitano l'accessibilità.

Valutazione estetico-ambientale È un fontanile molto caratteristico che, nonostante gli esigui interventi di manutenzione e di pulizia, mantiene un'erogazione idrica notevole. Per la facilità di raggiungimento merita di essere riqualificato o adeguatamente valorizzato all'interno degli itinerari del Parco del Ticino.

Date dei rilevamenti: 29 novembre 1993 e 16 luglio 1998.

Codice di censimento: 09 010 VG.

FONTANILE MARCISCO

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5023817 N/482273 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località strada per Villanova.

Ben visibile dalla strada che collega Cassolnovo a Villanova in corrispondenza del ponte sulla roggia Ferrera.

Caratteristiche costruttive Il fontanile drena le acque sorgive nella testa e nell'asta. La testa è triangolare; l'asta drenante ha una lunghezza di 150 m e una larghezza media di 6 m.

Caratteristiche idrogeologiche: soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 1,50 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 1,50 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Il fontanile si trova nell'Area protetta Riserva naturale Parco del Ticino e meriterebbe semplici interventi di spurgo per limitarne l'interramento. Sul lato destro svetta un fliare di pioppi per tutta la lunghezza dell'asta drenante e oltre. Al momento della visita le sponde risultavano ben pulite. L'area intorno alla testa è coltivata a riso a una distanza di 3 m dal bordo.

Valutazione estetico-ambientale: Il fontanile risulta meritevole di semplici ma periodici interventi di riqualificazione.

Esso svolge anche la funzione di colatore recuperando le acque in esubero da terreni limitrofi; attualmente ha una portata molto ridotta, valutata in 10 Vs e una lunghezza totale di circa 1800 m.

Date dei rilevamenti: 29 novembre 1993 e 4 novembre 1998.

Codice di censimento: 09 012 VG.

FONTANILE COSTA

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5023917 N/482683 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località Cascina Delizia.

Caratteristiche costruttive Si tratta di un fontanile di grande importanza irrigua. Drena le acque sotterranee raccogliendole in un'ampia e profonda testa di forma allungata. Il drenaggio prosegue per circa 200 m anche nell'asta che ha una larghezza media di 7 m. Nel complesso, l'asta si snoda per circa 5 km sul territorio.

Caratteristiche idrogeologiche: Portata stimata al termine dell'asta drenante: jemale 50 Vs.

Soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 3,50 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 1,50 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Il fontanile si trova nell'Area protetta Consorzio Parco lombardo del Ticino ed è stato inserito nell'elenco dei monumenti naturali del Parco stesso. È molto interessante, con una fascia ripale ampia ricca di platani, on-

tani e gelsi di notevoli dimensioni. Intorno alla testa recentemente sono stati piantati dei salici.

La coltura prevalente intorno al fontanile è il riso e la distanza delle colture dal bordo è di 8 metri.

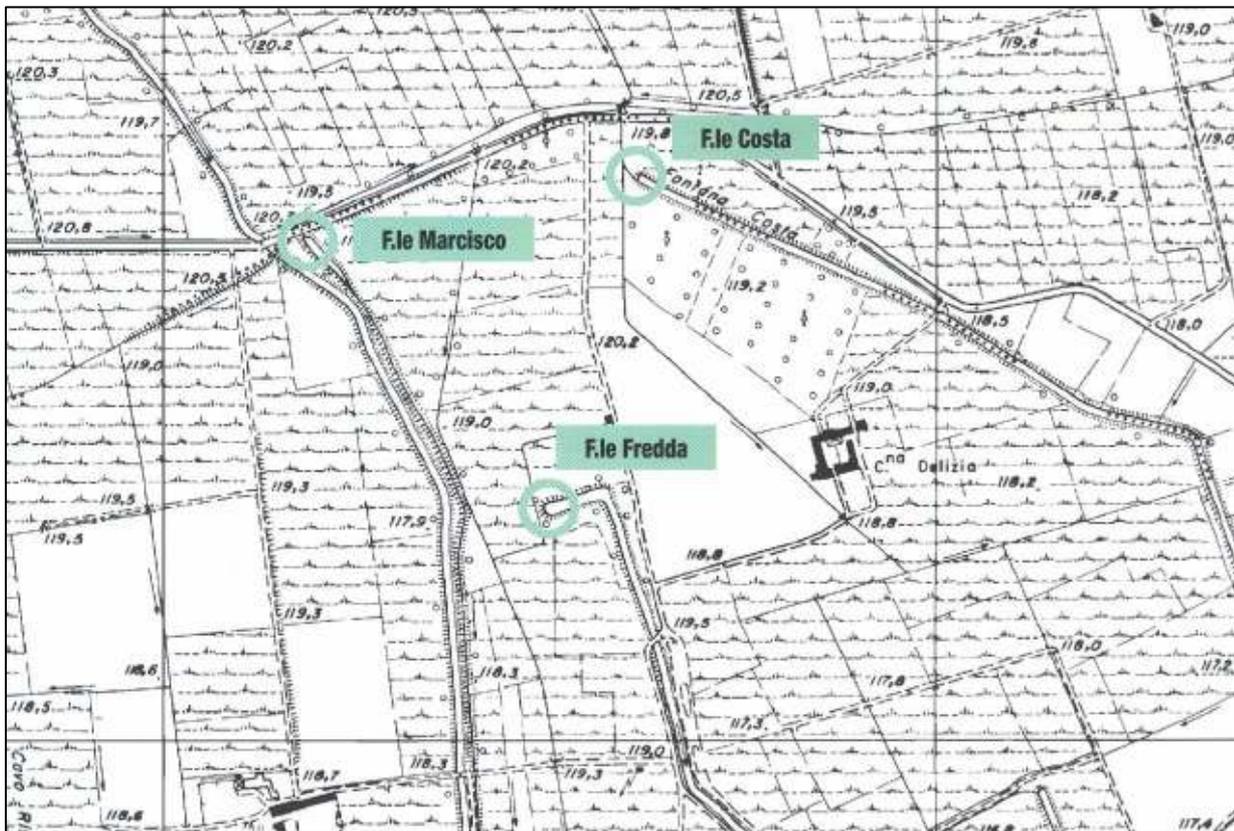
La falda ripale superficiale è ricca grazie alla presenza di un paleoalveo ghiaioso del fiume Ticino.

Valutazione estetico-ambientale: Il fontanile è di notevole pregio.

Osservazioni generali: l'asta riceve anche le colature della campagna limitrofa. Raggiunge quindi una portata valutata 200 Vs.

Date dei rilevamenti: 29 novembre 1993 e 16 luglio 1998.

Codice di censimento: 09 009 VG.



FONTANILE MADONNA

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5021051 N/480638 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località a nord-ovest di Gravellona.

Il fontanile è ubicato a poca distanza dalla strada che collega Gravellona a Tornaco, nei pressi del Santuario di San Zeno.

Caratteristiche costruttive Il fontanile è costituito da un'unica testa di forma oblunga posta perpendicolarmente all'asta.

l'asta è lunga 68 m e larga 8.

Caratteristiche idrogeologiche Portata stimata al termine dell'asta drenante: estiva 156 Vs, invernale 12 Vs.

Soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 3 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 0,30 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): sabbioso.

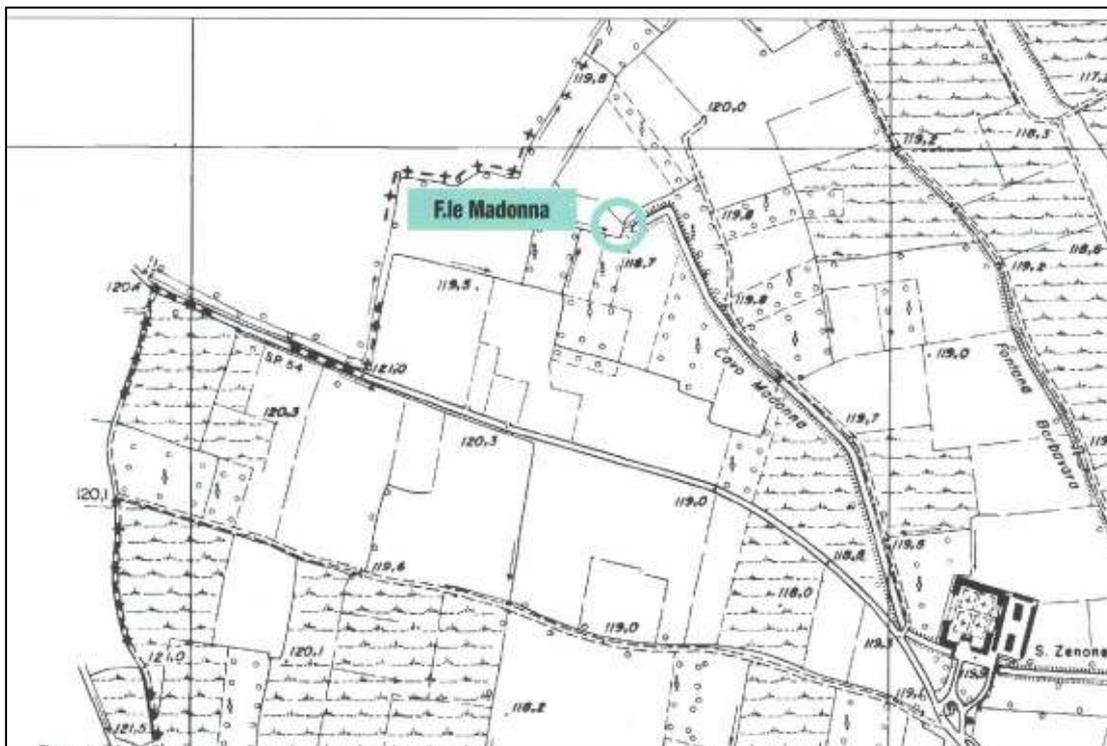
Caratteristiche ambientali Intorno al fontanile esiste una fascia ripale abbastanza ampia composta da robinie, sambuchi e ontani.

Lungo l'asta si praticano le colture del riso e del mais a una distanza di 7 m dal bordo.

Valutazione estetico-ambientale La testa del fontanile è particolarmente interessante dal punto di vista estetico-ambientale.

Date dei rilevamenti: 13 ottobre 1994 e 6 ottobre 1998.

Codice di censimento: 05 139 NT.



FONTANILE FUSI

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5020579 N/483071 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località a est di Cascinino San Nicola.

Il fontanile è localizzato in mezzo alla campagna di Gravellona in un'area dedicata a monocoltura di riso. Si raggiunge costeggiandone l'asta lungo l'argine di una risaia fino alla testa.

Caratteristiche costruttive Il fontanile Fusi drena le acque da un'unica testa rettangolare larga in media 7 m e lunga 50.

Caratteristiche idrogeologiche Soggiacenza del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 1,20 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale della testa: 1,50 m.

Aspetto dell'acqua: torbido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Il fontanile è molto bello e molto ben tenuto. Ha un utilizzo ittico sia nella testa sia nell'asta. La coltura praticata intorno al fontanile è il riso a una distanza dal bordo di 1,5 m.

Valutazione estetico-ambientale Il fontanile risulta spoglio di vegetazione; evidentemente esigenze agricole hanno reso necessario il taglio degli alberi d'alto fusto lasciando solo dei salici. Un'area di contorno alla testa del fontanile è stata attrezzata con sedili e tavolini e, pur essendo immersa fra le risaie, mantiene elevati aspetti di godibilità paesaggistica.

Date dei rilevamenti: 13 ottobre 1994 e 16 luglio 1998.

Codice di censimento: 05 109 NT.

FONTANILE CAVO BOGINO

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5021002 N/483923 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località Cascina Malandra.

Il fontanile si trova a fianco della Cascina Malandra e la sua asta costeggia una stradina arricchita da un filare di pioppi.

Caratteristiche costruttive Il drenaggio avviene nella testa di forma oblunga con scavo molto profondo rispetto al piano di campagna.

All'interno del bacino della testa è possibile intravedere una polla o occhio.

Caratteristiche idrogeologiche Portata stimata: estiva. 100 Vs, normale 5.v.s. ..

ISogglacenza del pelo libero dell'acqua nspetto al piano di campagna: 4 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale della testa: 0,40 m. Aspetto dell'acqua: limpido.i

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Il fontanile si trova nell' Area protetta Consorzio Parco lombardo del Ticino. È molto bello e la presenza di due filari di pioppi lungo l'asta rendono meritevole la visita. Le sponde andrebbero ripulite dalla vegetazione.

Le colture praticate attorno al fontanile sono riso e mais. La loro distanza dal bordo è di 1 metro.

Valutazione estetico-ambientale Il fontanile è meritevole di riqualificazione.

L'asta del fontanile è alimentata dallo scaricatore della fontana Fredda. Dal naviglio Langosco si aggiungono apporti idrici estivi pari a 500 Vs e jemali pari a 50 Vs. Per le caratteristiche costruttive e idrogeologiche la testa del fontanile merita attenzione.

Date dei rilevamenti: 29 novembre 1993 e 16 luglio 1998.

Codice di censimento: 09 017 VG.



FONTANILE PILONE 1

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5019452 N/482254 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località via Valletta.

Il fontanile è ubicato nella periferia est parallelamente a via Valletta.

Caratteristiche costruttive Il fontanile drena le acque nella testa e nell'asta per una lunghezza di circa 100 m e una larghezza media di 4 m.

Caratteristiche idrogeologiche Portata stimata al termine dell'asta drenante: estiva 200 l/5.

Soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 1 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 0,50 metri.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: limoso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali: Il fontanile Pilone, trovandosi a ridosso del centro abitato, è pulito e ben tenuto. Meriterebbe un intervento di ripiantumazione delle sponde anche per creare una barriera tra il bacino della testa e il depuratore comunale poco distante.

La coltura praticata attorno al fontanile è il riso a una distanza dal bordo di oltre 3 m.

Valutazione estetico-ambientale Il fontanile risulta meritevole di riqualificazione.

Date dei rilevamenti: 7 dicembre 1993 e 4 novembre 1998.

Codice di censimento: 05 149 NT.

FONTANILE BARBAVARA

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5019965 N/481988 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località a est di Gravellona.

Il fontanile è ubicato all'interno del parco di una residenza storica: Villa Barbavara in centro a Gravellona Lomellina.

Caratteristiche costruttive Il fontanile drena da un'unica testa che forma un laghetto abbastanza profondo nel quale si specchiano le alte piante del parco della Villa Barbavara. Le dimensioni della testa sono 16 m di larghezza per 40 di lunghezza.

Caratteristiche idrogeologiche: soggiacenza del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 1-1,50 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale della testa: 2 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Un lato del fontanile confina con la campagna che in questa zona è coltivata a riso. La distanza delle colture dal bordo è di 3-4 m.

Il laghetto, che contiene grossi esemplari di carpe visibili a pelo d'acqua, è circondato da querce secolari, pioppi e sambuchi, mentre in un recinto poco distante fa spesso capolino una famiglia di daini e caprioli.

Valutazione estetico-ambientale: Il fontanile è di notevole pregio.

Date dei rilevamenti: 13 ottobre 1994 e 14 luglio 1998.

Codice di censimento: 05 108 NT.

FONTANILE TESTAILO.

Localizzazione Coordinate cartografiche urM: 5018800 N/482258 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località a ovest Cascina Carlesca.

Caratteristiche costruttive Il drenaggio del fontanile avviene nelle due teste di forma rettangolare, larghe 23 m e lunghe 19, separa un boschetto di querce e carpini.

Caratteristiche idrogeologiche Soggiacenza del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 1,50-2 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale della testa: 1,50 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: ghiaioso.

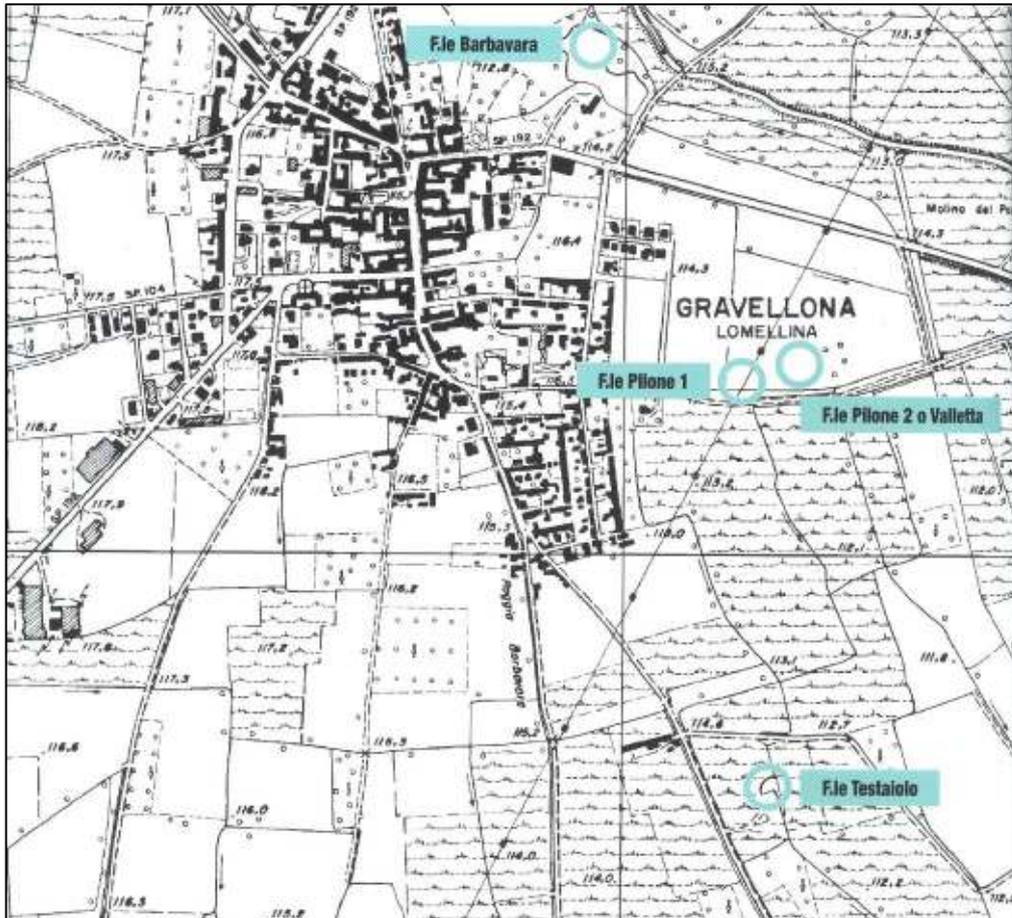
Natura del terreno ripale (bordo): ghiaioso.

Caratteristiche ambientali Il fontanile Testaiolo si trova poco fuori l'abitato di Gravellona Lomellina in una zona un tempo adibita a discarica. Successivamente il Comune ha eseguito un intervento di bonifica e ripiantumazione. Un sentiero attraversa quest'area molto ben curata fino alla prima testa del fontanile e prosegue fino alla seconda. La campagna circostante è coltivata a mais e riso e la distanza delle colture dal bordo è di 1 m. Non si vedono colature irrigue e lo stato di manutenzione del fontanile è buono.

Valutazione estetico-ambientale: Il fontanile è meritevole di riqualificazione.

Date dei rilevamenti: 13 ottobre 1994 e 14 luglio 1998.

Codice di censimento: 05 141 NT.



FONTANILE PILONE 2 O VALLETTA

Localizzazione Coordinate cartografiche UTM: 5019496 N/482411 E.

Comune di Gravellona Lomellina; località via Valletta.

Il fontanile è ubicato nella periferia est a poca distanza da via Valletta.

Caratteristiche costruttive Il fontanile è del tipo a drenaggio nella testa e nell'asta. La testa è di forma tondeggiante con circa 15 m di diametro; l'asta drenante è lunga 20 m.

Caratteristiche idrogeologiche Portata stimata al termine dell'asta drenante: estiva 200 l/s.

Soggiacenza media del pelo libero dell'acqua rispetto al piano di campagna: 1 m.

Profondità dell'acqua nella zona centrale dell'asta drenante: 0,60 m.

Aspetto dell'acqua: limpido.

Natura del terreno al fondo: limoso.

Natura del terreno ripale (bordo): limoso-argilloso.

Caratteristiche ambientali Possiede un arredo arboreo molto decorativo e rappresenta un raro esempio di fontanile giardino strutturato secondo ben studiati criteri estetici. La testa, a pianta circolare, è in parte alterata da un principio di interrimento nel settore nord-ovest ed è attornata da monumentali esemplari di *Taxodium* che costituiscono un elemento di

spicco riconoscibile a grande distanza nel piatto paesaggio circostante. Purtroppo la vicinanza con il depuratore comunale, e relativo scarico delle acque reflue, situato di lato al fontanile, lo rendono poco fruibile. In condizioni di troppo pieno lo scarico del depuratore tracima nell'asta invadendo anche la testa. L'area di contorno all'asta del fontanile è coltivata a riso a una distanza dal bordo di circa 1 metro.

Valutazione estetico-ambientale: Il fontanile risulta meritevole di riquaiificazione.

Date dei rilevamenti: 7 dicembre 1993 e 5 novembre 1998.

Codice di censimento: 05150 NT.

6.2 IDROGEOLOGIA

La pianura lomellina è costituita da una potente coltre di depositi alluvionali (spessore 200-300 metri, costituiti in prevalenza da ghiaietti, sabbie e limi) lasciati dai corsi d'acqua a seguito dell'ultima glaciazione.

Essi hanno litofacies variabili, soprattutto in corrispondenza od in prossimità degli alvei dei corsi d'acqua (attuali ed estinti), con fenomeni di eteropia e discordanza.

Limitati episodi lacustri, testimoniati dalla presenza di orizzonti torbosi a varie profondità, si sono inseriti più volte in tale contesto tipicamente fluviale.

Composizione litologica e assetto strutturale del materasso alluvionale, permeabile e blandamente inclinato secondo l'asse padano, favoriscono la formazione di numerose falde acquifere.

La falda più superficiale è generalmente freatica e molto prossima alla superficie di campagna.

L'acquifero profondo, meno permeabile di quello superficiale, ne è separato da un setto semipermeabile discontinuo (situato tra i 30 ed i 60 metri di profondità) - ERSAL serie SSR 14 -17.

Tale acquifero ha un assetto multistrato, con sovrapposizione ed interdigitazione di diverse falde, separate da diaframmi impermeabili (Ass. Irr. Est Sesia, 1984).

La circolazione idrica superficiale è alimentata principalmente dai processi percolativi legati ad una diffusa pratica irrigua, soprattutto risicola.

Ne consegue come le escursioni stagionali della prima falda siano strettamente legate ai cicli colturali (massimo livello primaverile estivo - minimo autunno - invernale).

La successione dei depositi e delle erosioni, tipica dell'evoluzione fluviale, unitamente al divagare del loro tracciato, hanno contribuito alla formazione anche in profondità, di paleoalvei ormai abbandonati, che costituiscono vie di deflusso preferenziale nella circolazione idrica sotterranea.

Le falde freatiche e quelle artesiane sottostanti sono alimentate dalle acque meteoriche nonché dai subalvei dei corsi d'acqua della piana novarese che spesso scorrono su materiali ad elevata permeabilità.

La direzione di flusso principale della falda è NNE-SSO.

La frequenza di interdigitazioni di livelli a bassa permeabilità sono responsabili degli innalzamenti di falda fino a raggiungere la superficie e conseguente formarsi dei fontanili.

6.3 IDROGEOLOGIA LOCALE

Il sottosuolo dell'area, esaminato attraverso il confronto delle stratigrafie dei pozzi idropotabili comunali per acqua (pozzo di via Matteotti, Carlo Marx ed ex pozzo di Cascina Barbavara) pozzi privati e sulla base dei dati già presenti in letteratura, è costituito essenzialmente da sabbie e ghiaie assai permeabili, con una frazione ghiaiosa che, da nord verso sud, tende a diminuire a favore di quella sabbiosa, e da lenti e livelli argillosi di varie dimensioni e spessori, più frequenti verso sud, che non presentano comunque continuità laterale.

La ricostruzione stratigrafica di massima del sottosuolo è stata effettuata mediante correlazioni tra i pozzi a stratigrafia nota, a tale scopo, per ricostruire con maggior dettaglio le caratteristiche litologiche e la struttura idrogeologica degli acquiferi presenti nell'area in esame, sono state elaborate due sezioni idrogeologiche, riportate assieme alla loro traccia nel presente studio.

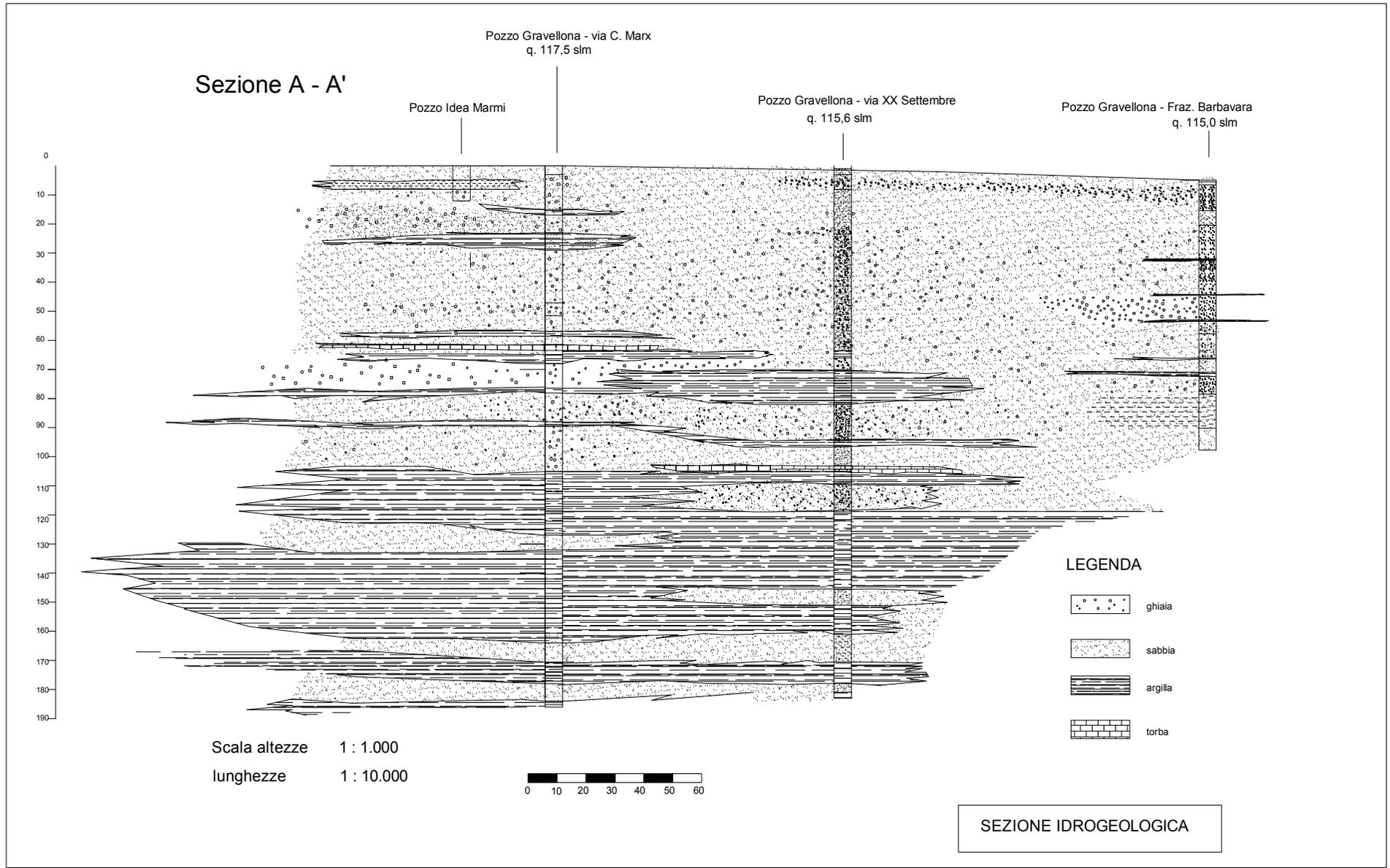
Come situazione locale è individuabile un primo intervallo, esteso sino alla profondità di circa -m. 60 da piano campagna, di prevalenti livelli sabbiosi di varia granulometria, da sabbia con ghiaietto a sabbia fine. I livelli argillosi, non rilevabili in tutti i pozzi utilizzati per correlazione, risultano discontinui, di modesto spessore ed arealmente poco estesi. Questi depositi contengono un primo acquifero che, pur apparentemente multifalda, è di tipo freatico. La falda freatica è presente già dai primi metri di profondità e, come è già stato ampiamente descritto nel precedente capitolo, le sue escursioni stagionali sono strettamente legate ai cicli colturali.

- Da -m. 60 a -100 metri di profondità persistono i depositi sabbiosi e ghiaiosi con aumenti in percentuale dell'una o dell'altra componente ed i livelli argillosi, di media potenza, tendono gradualmente ad aumentare la loro distribuzione areale, in prossimità dell'abitato di Gravellona.

- Oltre i 100 metri di profondità, le sabbie diventano predominanti sulle ghiaie, si assiste progressivamente ad un’incremento delle litologie più fini alle quali si succedono le argille. Strati argillosi continui e di notevole spessore, si alternano a strati sabbiosi e ghiaiosi, sede di acquiferi liberi o localmente semiconfinati le cui falde presentano caratteristiche di artesianità. Le falde più profonde, destinate alla captazione idropotabile da parte dei pozzi pubblici, risultano maggiormente protette dai livelli argillosi che conferiscono isolamento dalle falde superiori.



Estratto della CTR con indicazione della traccia della sezione idrogeologica



A fronte di prove specifiche effettuate sui pozzi idropotabili comunali, è possibile assegnare valori significativi dei principali parametri geologici dell'acquifero superficiale della zona utilizzando i dati messi a disposizione dall' ASS. IRRIGUA EST SESIA di NOVARA (*Le acque sotterranee della pianura irrigua novarese e lomellina*) evidenziano indici di permeabilità elevati, $K = 10^{-3}/10^{-4}$ cm/sec. trasmissività

Permeabilità $K = 10^{-3}/10^{-4}$ cm/sec
(con K= coeff. di conducibilità idraulica)

Trasmissività $T = 1,3 \text{ m}^2/\text{sec} < T < 4,9 \text{ m}^2/\text{sec}.$
(prodotto del coeff. K per lo spessore dell'acquifero)

7.0 - CENNI DI METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

Il clima della Lombardia è influenzato principalmente da alcuni fattori geografici di rilevante importanza. Il territorio della Lombardia è chiuso a Nord dalla catena alpina, a Sud dalla catena appenninica che divide la Pianura Padana dal Mar Tirreno e Ligure.

Oltre a queste due grandi barriere naturali il territorio lombardo ospita tutti i più grandi laghi del Nord Italia che influiscono tantissimo sul clima locale, il Mar Mediterraneo che influenza il clima di tutta la regione del Sud Europa, inoltre non possiamo dimenticare che in Lombardia è presente una delle più grandi conurbazioni urbane d'Europa la città di Milano.

Queste situazioni geografiche fanno sì che in Lombardia troviamo tre fasce mesoclimatiche, padana, alpina, insubrica, a cui va aggiunta la fascia urbana di Milano, in quanto è stato dimostrato che in tutte le grandi aree urbane del mondo si è formato un clima particolare che porta ad avere delle caratterizzazioni specifiche dei fenomeni meteorologici, il principale fenomeno che influisce sul clima è il forte aumento della temperatura che abbiamo in queste grandi aree urbane, che può portare alla formazione di eventi meteorologici completamente autonomi rispetto il territorio circostante.

Il clima padano è caratterizzato da una certa uniformità, con quantità di piogge limitate a 600-1000 mm/anno, molta umidità, con frequenti episodi temporaleschi ed una temperatura media annua compresa tra gli 11 ed i 14°C.

In inverno l'area padana è caratterizzata da uno strato di aria fredda al suolo, che in assenza di vento da origine a gelate e a nebbie spesso persistenti, che normalmente tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane. La primavera è caratterizzata da perturbazioni di una certa entità, e avvicinandosi alla stagione estiva, questi fenomeni diventano ancora più intensi.

L'attività temporalesca diventa molto forte nel periodo estivo, e in mancanza di vento le temperature diventano elevate.(fenomeno legato anche alla mancanza di vegetazione come alberi e cespugli, e all'elevato tasso di copertura con cemento ed asfalti del territorio).

L'autunno è caratterizzato dal frequente ingresso di perturbazioni atlantiche che portano precipitazioni abbondanti che causano sovente delle alluvioni.

La Lomellina in particolare presenta un clima che è influenzato dalla monocoltura intensiva del riso. La risaia con la sua alternanza di periodi di allagamento e di periodi asciutti, favorisce il fenomeno della nebbia, che è uno degli elementi caratteristici del clima locale.

Vista la difficoltà di trovare dati climatici relativi al sito di intervento, in quanto l'area non è posta sotto osservazione con centraline di rilevamento, anche per quanto riguarda rilievi di inquinanti sospesi nell'aria, i dati e la descrizione dei fenomeni meteorologici che vengono allegati sono stati presi dal sito di ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia, Servizio Agrometeorologico), anche perché come detto nelle prime pagine di questo studio, questa area anche se legata amministrativamente alla Regione Piemonte, è a tutti gli effetti in Lombardia, in Lomellina.

Eventi meteorologici in Lombardia:

- *Foschia e nebbia*
- *Fulmini*
- *Grandine*
- *Neve*
- *Precipitazioni*
- *Radiazione solare*
- *Temperatura dell'aria*
- *Temporal*
- *Umidità*
- *Venti*

Foschia e nebbia

La foschia e la nebbia derivano dalla presenza di gocce finissime di vapore acqueo condensato in sospensione negli strati atmosferici vicini al suolo che determinano una più

o meno forte riduzione della visibilità. In particolare si parla di foschia con visibilità lineare compresa fra 5000 e 1000 m, di nebbia con visibilità inferiore ai 1000 m e di nebbia fitta con visibilità inferiore ai 100 m. Il meccanismo di innesco delle nebbie è analogo a quello delle gelate: occorre infatti un abbassamento della temperatura che faccia giungere la stessa al punto di rugiada, producendo la condensazione del vapore acqueo sui nuclei di condensazione presenti. L’abbassamento di temperatura può verificarsi tanto per irraggiamento verso lo spazio che per avvezione di masse d’aria fredda (caso classico è l’irruzione in Valpadana di masse d’aria fredda da Est nel tardo autunno) oppure per scivolamento notturno di masse d’aria fredda dalle pendici verso i fondovalle o la fascia pedomontana. Tutti questi meccanismi possono essere compresenti ed inoltre sono in buona parte sconosciuti i meccanismi che, agendo generalmente a microscala, spingono un processo di condensazione per abbassamento termico ad evolvere verso la formazione di brina e rugiada ovvero verso una formazione nebbiosa. Comunque la genesi della nebbia necessita la presenza di una fonte di umidità nei bassi strati che è spesso rappresentata dai corsi d’acqua. Ciò spiega le insidiose nebbie in banchi che si riscontrano nella stagione fredda in vicinanza di fiumi, canali o di specchi d’acqua. Tutto quanto sopra esposto evidenzia il fatto che la nebbia risulta un fenomeno difficile da prevedere anche a brevissimo termine. Il numero medio di giorni con nebbia è ricavabile da apposite statistiche riassunte nella tabella sotto riportata. Da tali dati si desume che il mese più esposto al rischio di nebbia è dicembre, seguito da gennaio e novembre. Molto basso è invece il rischio di nebbia nel periodo da maggio ad agosto. Nebbia sulla pianura lombarda alle ore 7 del mattino (n° medio di giorni del mese in cui la visibilità è inferiore ai 1000 m) (da Fea, 1988 - modificato).

Mese	Giorni
Gennaio	6-16
Febbraio	4-10
Marzo	2-6
Aprile	1-2
Maggio	0-1
Giugno	0
Luglio	0
Agosto	0-1
Settembre	1-5
Ottobre	2-13
Novembre	4-14
Dicembre	10-20

Fulmini

I fulmini sono l'elettrometeora caratteristica dei temporali. Le statistiche pluriennali disponibili indicano per la Lombardia un numero medio di 2-4 fulmini per km². Occorre tuttavia segnalare che tali statistiche sono state sviluppate quando ancora non esistevano strumenti sofisticati per il monitoraggio in tempo reale dei fulmini.

In particolare l'ERSAL utilizzando il sistema CESI Sirf ha rilevato circa 50.000 fulmini nel 1996 e circa 30.000 fulmini nel 1997. Tali cifre indicano l'estrema variabilità interannuale del fenomeno sul nostro territorio, caratteristica questa che è tipica di tutti i fenomeni associati ai temporali.

Grandine

La grandine risulta un evento meteorologico estremo in grado di causare danni elevati tanto all'agricoltura che ad altre attività umane. Associato ai cumulonembi temporaleschi il fenomeno è tipico di aree poste nelle vicinanze di grandi sistemi montuosi e dunque l'area padano-alpina risulta particolarmente esposta. Il periodo favorevole alle grandinate coincide con quello di presenza dei fenomeni temporaleschi e risulta dunque esteso da marzo a novembre. Tuttavia le grandinate più intense sono tipiche del periodo estivo, allorché l'atmosfera, ricchissima di energia, è in grado di dar luogo ai fenomeni di maggiore violenza.

I chicchi di grandine, che dalle dimensioni di un pisello possono giungere a quelle di una noce, di un uovo o addirittura di un'arancia, possono acquisire velocità elevatissime, in particolare quando la loro caduta si associa alle correnti discendenti presenti nel cumulonembo, correnti che non di rado possono giungere a velocità di 50 –100 km/h (Fea, 1988). Tali correnti discendenti sono in grado di produrre un sensibile aumento dei danni.

Il fenomeno della grandine è variabilissimo nello spazio (a volte in poche decine di metri si passa da una zona con forti danni ad una zona del tutto priva di danni) e nel tempo. Non esistono al momento serie storiche attendibili sugli eventi grandinigeni in Lombardia. Uniche indicazioni sono quelle fornite da Fea (1988) che per l'area pianeggiante della Lombardia indicano per il periodo 1960-1980 un numero medio annuo di grandinate compreso fra 0.5 e 2, con frequenze più elevate nella fascia pedemontana prealpina.

Neve

Una valutazione a parte merita la neve per i suoi effetti su tutta una serie di attività umane. La climatologia ci indica che la pianura lombarda riceve in media dai 20 ai 50 cm di neve

l’anno, mentre nel fondovalle della Valtellina e sull’Appennino cadono in media dai 50 ai 100 cm di neve.

Le zone appenniniche più elevate registrano punte di 3 metri di neve l’anno mentre punte di 4-5 m sono riscontrabili nelle zone alpine.

Per quanto riguarda la pianura lombarda la serie storica recente più interessante è quella dell’Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura di Bergamo, relativa al periodo 1958-87.

Secondo tale serie si registrano in media 39 cm di mese l’anno, con frequenze più elevate nel mese di Gennaio, seguito da Dicembre e Febbraio.

Occorre infine segnalare che raramente la pianura lombarda è interessata da nevicata nei mesi di ottobre e aprile (a titolo di curiosità si può citare la nevicata del 17 aprile 1991) e molto raramente in maggio (una lieve nevicata si verificò a Milano nel maggio 1879).

In tabella si riportano le maggiori nevicata del ventesimo secolo su Milano. Si noti che tali eventi estremi sono distribuiti abbastanza regolarmente nel tempo ed interessano esclusivamente il periodo Dicembre – Febbraio.

Le maggiori nevicata del 20° secolo a Milano (Collegio degli Ingegneri di Milano, 1986).

Data	Neve caduta (cm)
Gennaio 1985	70 (*)
Febbraio 1947	59
Dicembre 1935	48
Dicembre 1909	48
Gennaio 1933	47
Gennaio 1926	46
Gennaio 1954	43
Febbraio 1978	37
Dicembre 1938	33

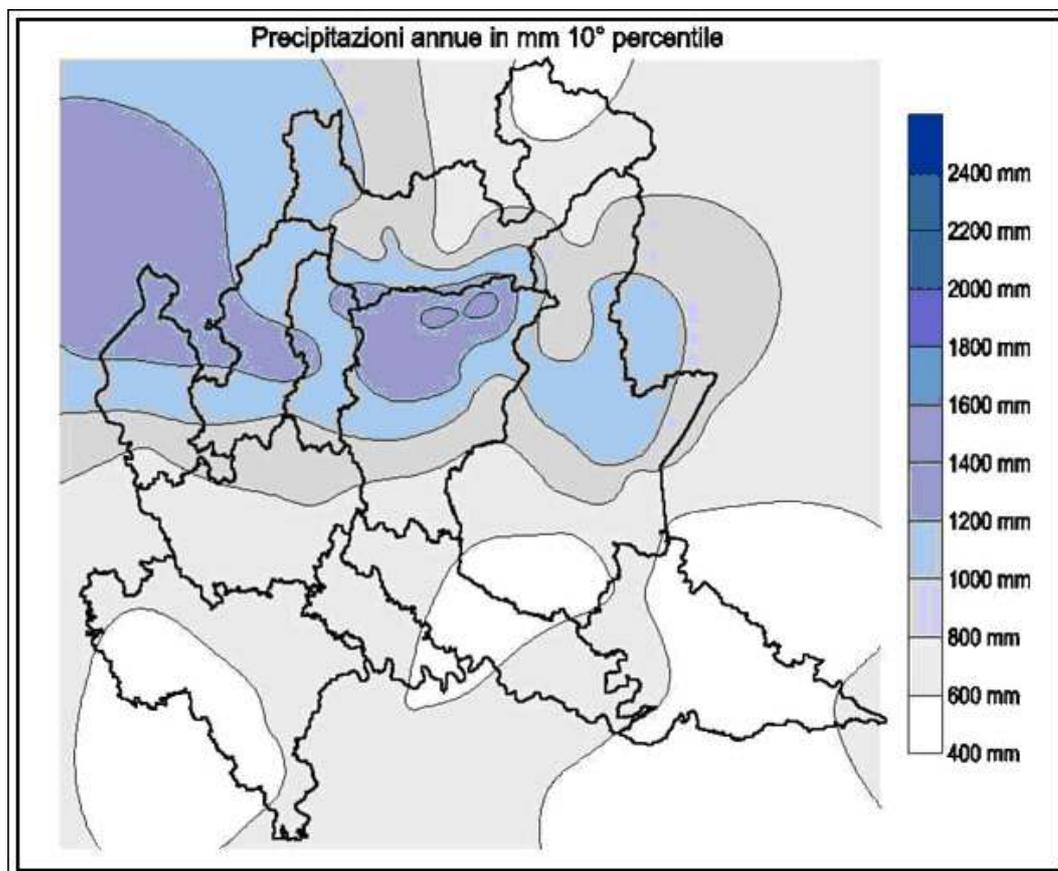
(*) La nevicata si è protratta dal 13 al 17 gennaio e nelle diverse zone della città sono caduti dai 65 ai 110 cm di neve. A Linate sono stati registrati 92 cm.

Precipitazioni

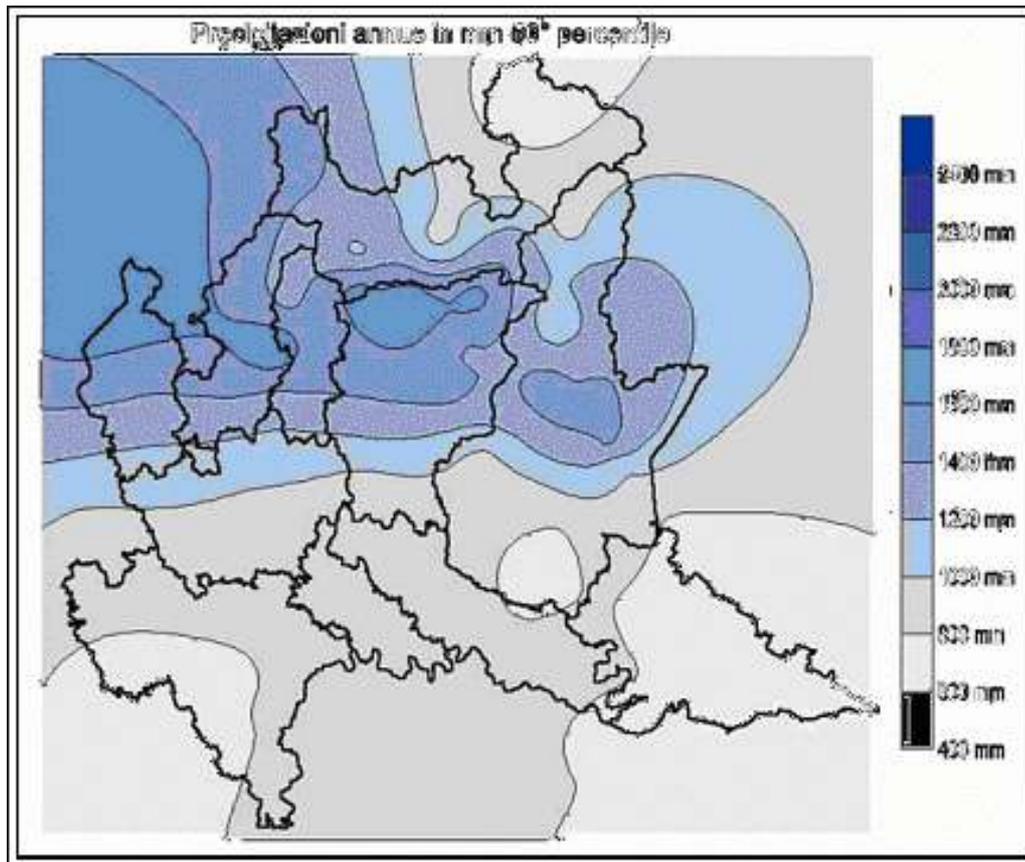
Le mappe rappresentano le precipitazioni (millimetri di pioggia o di neve fusa) sulla Lombardia nel periodo 1950-86, relative all’anno "secco" (Q10), all’anno mediano (Q50) ed all’anno "piovoso" (Q90) definiti attraverso la tecnica statistica dei percentili. Per facilitare la lettura si segnala che i valori di precipitazione sono uguali o superiori a quelli

riportati in un anno su 10 nel caso del Q90 e in un anno su 5 nel caso del Q50. Si ricorda inoltre la mediana (50° percentile) presenta valori abbastanza simili a quelli forniti dalla media ma il suo utilizzo risulta preferibile quando si analizzano parametri, come le precipitazioni, che possono presentare una distribuzione statistica diversa da quella gaussiana.

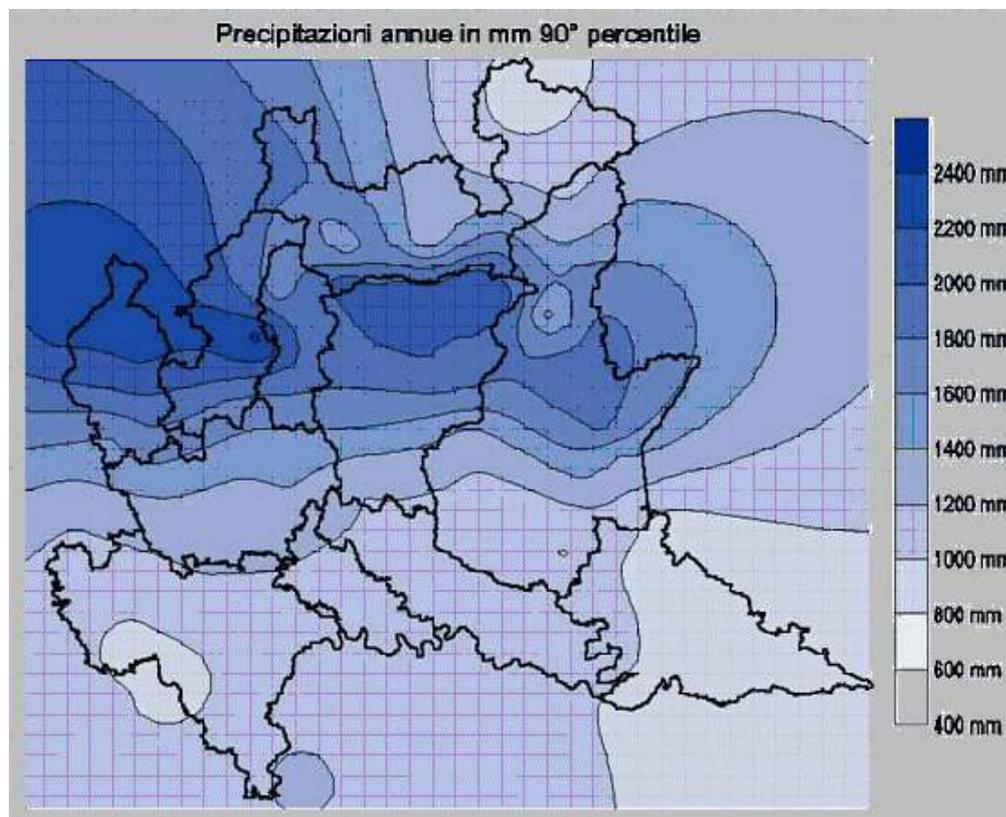
Sulla base della distribuzione della mediana (50° percentile) delle precipitazioni annue si individua un significativo gradiente positivo da Sudest verso Nordovest, con minimi nel mantovano (650 mm circa) e massimi nella fascia prealpina centro occidentale. Un gradiente negativo molto ripido si individua invece nell'area alpina, con precipitazioni che decrescono fortemente approssimandoci alla zona centrale del massiccio (clima endoalpino). In particolare il range delle precipitazioni risulta di 650-1100 mm/anno per la fascia di pianura, di 1100-2000 mm/anno per quella prealpina e di 2000-750 mm/anno per quella alpina, con minimi in Alta Valtellina. Le mappe riportate sono state elaborate dal Servizio Agrometeorologico Regionale della Lombardia, sono state elaborate utilizzando dati di stazioni meteorologiche lombarde e delle aree limitrofe di proprietà del Servizio Idrografico del Po e di altri enti.



Precipitazioni annue in mm 10° percentile



Precipitazioni annue in mm 50° percentile



Precipitazioni annue in mm 90° percentile

La variazione delle precipitazioni analizzando le carte dal 10° percentile al 90° percentile configurano che nella zona oggetto d’intervento variano da un minimo di 600 mm annui, ad un massimo di 1200 mm annui.

Radiazione solare

La radiazione solare costituisce la fonte di energia primaria per tutto l’ecosistema. Infatti l’energia solare, captata dai vegetali attraverso la fotosintesi clorofilliana, fluisce poi lungo le catene alimentari garantendo la sopravvivenza a tutti gli esseri viventi.

Inoltre la radiazione solare rappresenta la sorgente di energia alla base dei movimenti atmosferici, da quelli delle grandi aree cicloniche ed anticicloniche, con dimensioni di migliaia di chilometri, a quelli delle strutture più piccole come i mulinelli che sollevano le foglie secche in una giornata ventosa d’autunno. Quanto detto rende idea dell’importanza che la radiazione solare ha per il pianeta Terra e per i suoi abitanti.

La Lombardia è collocata alle medie latitudini (siamo infatti a metà strada fra equatore e polo) e dunque la radiazione presenta un massimo molto pronunciato in corrispondenza con il solstizio d’estate (21 giugno) ed un minimo altrettanto pronunciato il 21 dicembre (solstizio d’inverno).

Levata e tramonto del sole ai solstizi in Lombardia

Data	Levata del sole (ora solare)	Tramonto del sole (ora solare)	Durata del giorno (ore e minuti)
21 giugno	4.36	20.19	15.43
21 dicembre	8.03	17.19	9.16

Più in particolare se esprimiamo l’energia solare in milioni di Joule (MegaJoule o MJ) possiamo osservare che, mentre la quantità di energia che giunge al di fuori dell’atmosfera è di circa 3530 MJ/m² al mese ed è pressappoco costante in tutti i periodi dell’anno (è la cosiddetta costante solare), la quantità di energia che giunge al suolo in Lombardia nei diversi periodi dell’anno è variabile ed i valori medi sono riportati nella tabella seguente, nella quale si riporta anche il soleggiamento medio espresso in ore di sole mensili.

Valori medi mensili per la media pianura lombarda

	gen	Feb	mar	apr	mg	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Soleggiamento (ore di sole)	56	90	152	176	219	233	80	252	187	127	56	41	1869
Radiazione globale (MJ/m ²)	99	180	297	393	484	504	547	492	357	211	98	83	3746

I valori indicati sono ovviamente medie riferite ad aree pianeggianti, per le quali cioè non sussistono ostacoli orografici che impediscono la visione del sole nel corso del giorno. Per le aree montane occorrerà dunque decurtare tali quantità tenendo conto del cosiddetto orizzonte apparente (rappresentato dai profili delle montagne). Un caso simile si verifica per le aree urbane ove l'orizzonte apparente è dato dai profili degli edifici.

Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria presenta nella regione una elevata variabilità spaziale in gran parte legata agli effetti topoclimatici connessi alla presenza dei rilievi. In particolare, con riferimento alla mappa di temperatura media annua si osserva che l'isoterma dei 12° C delimita l'area pedemontana e si incunea profondamente nel massiccio alpino attraverso i principali solchi vallivi mentre l'isoterma dei 2 °C delimita le zone di vetta.

Il mese mediamente più freddo risulta gennaio (solo parte delle stazioni presentano febbraio come mese più freddo) e quello più caldo luglio, con un tipico effetto di sfasamento rispetto ai minimi ed ai massimi di radiazione solare.

Un rilievo particolare per l'agricoltura è assunto dalle gelate.

Dalle statistiche si evidenzia come le gelate si presentino sulla pianura lombarda nel periodo compreso fra ottobre a maggio e la probabilità di gelate risulti significativa a partire dalla terza decade di ottobre e fino alla terza decade di aprile.

Temporal

Con il termine di temporale si indicano fenomeni atmosferici caratterizzati da:

- insolita violenza;
- durata limitata (in media 1-3 ore);
- ridotta estensione spaziale;
- precipitazioni intense, anche a carattere di rovescio, spesso associate a grandine;
- raffiche di vento e turbini;
- brusche variazioni della pressione e della temperatura;
- attività elettrica atmosferica più o meno intensa (fulmini e lampi).

I temporali sono da considerare gli eventi più violenti che si verificano nella nostra atmosfera e ad essi sono associati fenomeni estremi quali le alluvioni improvvise (flash floods) e le trombe d'aria.

I meccanismi di genesi dei temporali sono molteplici ed infatti è possibile parlare di temporali frontali (da fronte caldo, da fronte freddo e prefrontali) e temporali in massa d'aria (temporali di calore e temporali orografici).

Il cumulonembo è la nube caratteristica del temporale; nella nostra areai cb (celle temporalesche) sono spesso associate in famiglie (temporali multicella) che tendono ad organizzarsi in linee (linee temporalesche). La dinamica dei temporali multicella, il cui approfondimento si deve in larga misura all'impiego del radar meteorologico, è caratterizzata dalle fasi di sviluppo, maturità e senescenza delle singole celle; a ciò si associa la progressiva genesi di nuove celle a partire da quelle mature.

Nella nostra area sono invece rari i temporali supercella, caratterizzati da enormi celle temporalesche isolate. Tali temporali sono infatti tipici delle aree tropicali anche se a strutture del tipo supercella sono state di recente attribuite le intense precipitazioni prefrontali verificatesi in occasione dell'alluvione del Piemonte (4-6 novembre 1985) e dell'alluvione di Varese (11-13 settembre 1995).

Una particolarità dell'area padano - alpina sono poi i temporali notturni, che si generano grazie all'instabilizzazione per irraggiamento verso lo spazio della parte sommitale di cumuli sviluppatasi nelle ore pomeridiane. I temporali notturni sono tipici dei periodi di piena estate ed i cumulonembi agiscono in questo caso come vere e proprie "torri di raffreddamento" per la nostra atmosfera estiva sovraccarica di energia. Tali temporali possono determinare anche il fenomeno abbastanza raro delle grandinate notturne.

Per quanto riguarda la distribuzione dei temporali nel corso dell'anno occorre segnalare che la stagione temporalesca in Lombardia si protrae in genere da Marzo a Novembre mentre rari sono i temporali a Dicembre, Gennaio e Febbraio. I mesi con maggiore frequenza di temporali sono Giugno, Luglio ed Agosto, mesi in cui circa il 25-30% delle giornate sono interessate da situazioni temporalesche.

Dalla tabella si evincono anche indicazioni circa la frequenza media delle situazioni temporalesche in Lombardia (circa 30 - 50 giorni l'anno per la pianura). La distribuzione giornaliera dei fenomeni vede un massimo nelle ore centrali del giorno (dalle 13 alle 17) ed un minimo al mattino.

Per un'analisi dei fenomeni meteorologici associati ai temporali si rimanda ai capitoli relativi alle precipitazioni, al vento ed ai fulmini.

Umidità

L’umidità gioca un ruolo chiave nella genesi e nello sviluppo dei fenomeni atmosferici, tant’è che un eminente meteorologo britannico, O.G. Sutton, ebbe a scrivere che "per gli scopi delle ricerche meteorologiche l’aria può essere considerata semplicemente come vapore diluito".

In particolare il vapore acqueo sottratto all’atmosfera attraverso le precipitazioni, viene continuamente reintegrato attraverso l’acqua che evapora non solo dalle superfici marine, fluviali e lacustri ma anche dalle coperture vegetali. Si pensi infatti che un chilometro quadrato di coltura di mais in fioritura libera giornalmente nell’atmosfera circa 6000 metri cubi d’acqua. L’umidità costituisce la fonte energetica per sistemi violenti come i temporali, capaci di liberare quantità di energia spaventose, dell’ordine di quella liberata dagli ordigni nucleari.

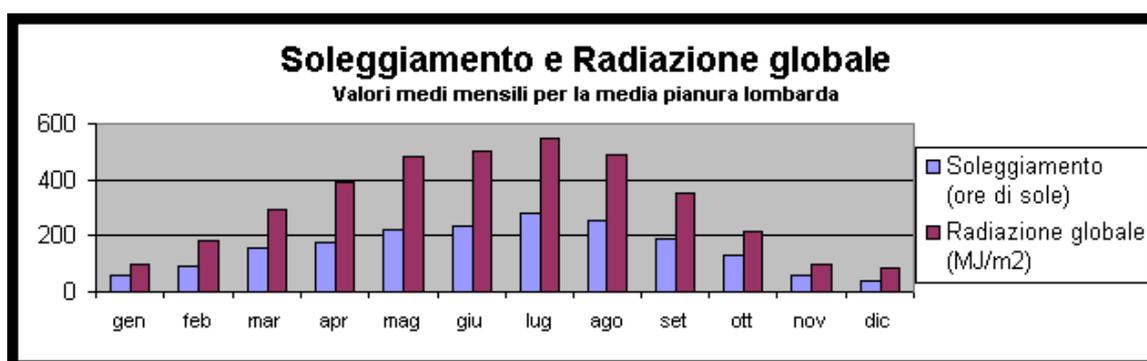
La distribuzione dell’umidità relativa sul territorio regionale è alquanto variabile perché funzione della copertura del suolo (presenza o meno di vegetazione e stadio di sviluppo della stessa), della vicinanza di corpi idrici (canali, fiumi, laghi, ecc.), ecc.

Il ciclo diurno dell’umidità relativa è opposto a quello della temperatura e vede un massimo all’alba, allorché non è infrequente raggiungere condizioni di saturazione indicate dalla comparsa di brina o rugiada, ed un minimo in coincidenza con il massimo termico diurno (grossomodo nelle prime ore del pomeriggio).

In Lombardia grossi abbassamenti nell’umidità relativa atmosferica si hanno in occasione degli episodi di foehn, allorché può verificarsi la sua discesa fino a valori inferiori al 10%. A titolo indicativo si riporta l’umidità relativa media mensile per la stazioni meteorologica di Milano Linate.

Umidità relative– medie mensili per Milano Linate.

Mesi	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Umidità massime	95	96	95	96	88	94	83	93	98	99	98	96
Umidità minime	81	63	67	59	50	59	42	56	67	76	77	77



Circolazione dei venti a terra

I dati raccolti sui venti fanno riferimento alla stazione di Pavia dove sono stati rilevati i valori delle frequenze relative cumulate, espresse in percentuale, della direzione del vento a diverse ore nell’arco del giorno solare.

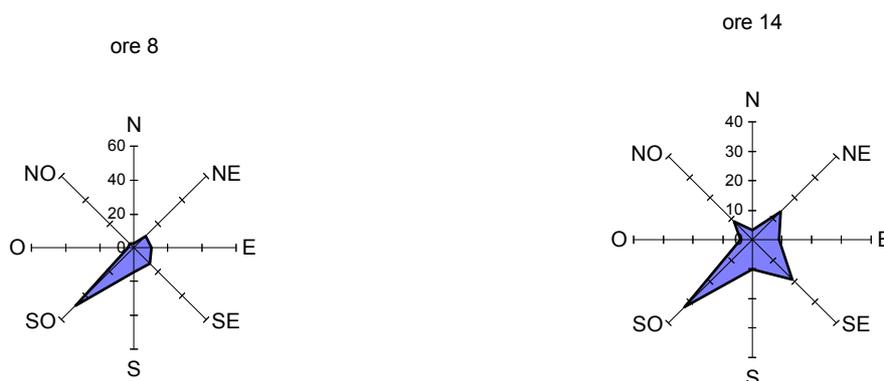
Le ore alle quali vengono fatte le misurazioni nell’arco dell’anno sono:

8.00 14.00 19.00

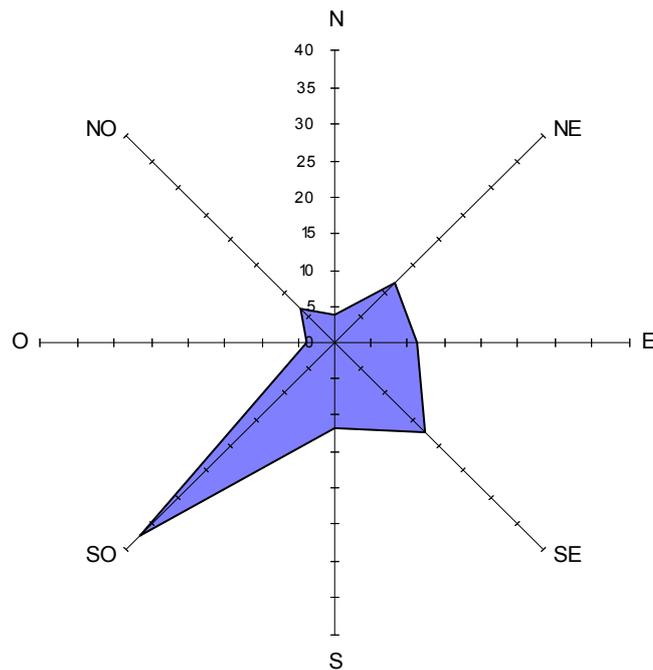
e, rispetto alle misurazioni registrate, si possono fare le seguenti considerazioni:

- la direzione prevalente e quella del settore S –O (provenienza della brezza)
- le misurazioni delle ore 8.00 evidenziano una prevalenza di orientamento del vento in direzione S-SO, che subisce un aumento durante il periodo invernale ed una conseguente attenuazione durante la primavera - estate, con una risalita graduale in autunno.
- i dati che fanno riferimento alle ore 14.00 confermano in pratica i dati relativi alle ore 8.00 per quanto riguarda la direzione che ha come orientamento **S-SO**, con minime variazioni per il periodo primaverile; i mesi di agosto ed ottobre sono caratterizzati da estrema variabilità, mentre solo nei mesi estivi si nota una certa prevalenza nei settori **NE**, **SE** e **SO**.
- risulta sempre prevalente la direzione **SO** per il periodo dicembre - febbraio mentre da marzo a settembre prendono importanza i settori relativi a **SE**, **E** e **NE**.

FREQUENZA PERCENTUALE DELLE DIREZIONI DEL VENTO DURANTE IL GIORNO ED AI SINGOLI RILEVAMENTI : ORE 8, 14 e 19 (valori mediati sull’intero anno).



media



Dall’analisi dei grafici nella pagina precedente si evidenzia come il quadrante di provenienza dei venti a frequenza predominante nell’arco dell’intero anno sia quello di Sud Ovest (che peraltro è quello caratteristico per la pianura Lomellina e pavese, a nord del Fiume PO); si può pertanto concludere che l’abitato di Cilavegna si trova “a monte” (dal punto di vista del flusso prevalente di aria al suolo) .

Vengono inseriti in questo capitolo anche alcune considerazioni, seppure largamente indicative, riguardo all’erosione e pedogenesi (Belloni, 1975).

Il pluviometro di Lang ($Pf=61,8$) indica che l’elemento climatico, moderatamente umido, dovrebbe indicare pedogenesi di terre brune.

Gli elementi fitoclimatici indicano zona a latifoglie eliofile frammiste a specie xerotermitiche e termofile.

L’indice della capacità erosiva del clima (Fournier $K=12,68$) risulta molto modesto.

I dati raccolti ed elaborati, con l’aggiunta del drenaggio, indicano che il territorio risulta molto limitatamente franoso, a prescindere dalla morfologia generale pianeggiante.

8.0 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

(CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - A3.d)

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell’area in esame.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati a riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull’identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente si possono distinguere due grandi gruppi di effetti locali:

- 1) **effetti di sito o di amplificazione sismica locale** > interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono divisibili in due sottogruppi
 - a) effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali articolate e irregolarità topografiche.
 - b) effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche
- 2) **effetti di instabilità** > interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche, che si manifesta con veri e propri collassi e/o movimenti di grandi masse di terreno e sono rappresentati da fenomeni diversi secondo le seguenti condizioni del sito:
 - a) versanti in equilibrio precario, con attivazione e/o innesco di movimenti franosi
 - b) aree interessate da strutture geologiche sepolte e/o affioranti tipo contatti tettonici o stratigrafici (faglie sismogenetiche)
 - c) terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico meccaniche con fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo
 - d) siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo

L’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003 – “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*” pubblicata sulla G.U. in data

08/05/2003 ed entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica dal 23/10/05 individua in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale e fornisce le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone stesse ed è stata recepita dalla Regione Lombardia con d.g.r. n° 14964 del 07/11/2003 .

In adempimento, inoltre a quanto previsto dal successivo D.M. 14 sett. 2005 “Norme tecniche per le costruzioni” (attualmente in periodo sperimentale di 18 mesi di non obbligatorietà delle norme in esso contenute) viene prevista, ad integrazione dello Studio Geologico, geomorfologico ed idrogeologico per la pianificazione del territorio comunale, **l’analisi della sismicità** e la redazione di una “**Carta della pericolosità sismica**” , secondo le modalità indicate in **All.5** alla D.G.R. n° 8/1566 del 22/12/2005 “**Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n 12**”.

8.1 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO E CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

La metodologia utilizzata si fonda sull’analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno «Studio-Pilota» redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento:

1° livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche, sia di dati esistenti

E’ obbligatorio per tutti i Comuni e prevede la redazione della **Carta della pericolosità sismica locale** con perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (riportate in Tab.1- All. 5 /D.G.R. 8 di 22/12/2005) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

2° livello: caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale.

L’applicazione del 2° livello consente l’individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale

Il 2° livello è obbligatorio per i Comuni ricadenti nelle Zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1, riportata in Tav. 3 -Carta della Pericolosità Sismica).

Per i Comuni in Zona sismica 4 tale livello deve essere applicato (aree PSL Z3 e Z4) solo nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti come definite in d.g.r. n°14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche ad altre categorie di edifici.

3° livello: definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

Tale livello si applica, in sede di progettazione, nei casi:

- a seguito dell’applicazione del 2° livello, risulti inadeguata la normativa sismica nazionale per gli scenari PSL d zone Z3 e Z4;
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi a caratteri fisico meccanici molto diversi (Zone Z1, Z2, Z5).

Il 3° livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l’ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perchè sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall’applicazione di altra normativa specifica.

Il territorio del **Comune di Gravellona** occupa una superficie all’interno della piana alluvionale del Terdoppio caratterizzata da una morfologia pianeggiante, interrotta solo dalla incisione rappresentata dalla valletta fluviale entro la quale scorre il Terdoppio stesso; non sono presenti scarpate significative ed è posto su sedimenti di natura ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa tipici delle alluvioni fluviali

Secondo la più recente classificazione sismica (d.g.r. n° 14964 del 23/09/05) risulta inserito in **Zona 4** , di **“sismicità bassa”** (S =6).

A seguito di analisi degli elaborati grafici e dei dati raccolti per la redazione del presente studio, ed in considerazione della uniformità dei caratteri geomorfologici, geolitologici e fisico meccanici rilevati, si è proceduto alla definizione delle zone di PSL ed alla classe di pericolosità sismica di appartenenza.

A livello locale gli effetti da prendere in considerazione sono riconducibili ad amplificazioni litologiche e geometriche e si è ritenuto corretto considerare la superficie comunale (tra quelle definite nelle tabelle di riferimento) come appartenente alla seguente zona di PSL (Pericolosità Sismica Locale):

Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e fluvio – glaciali granulari e coesivi.

Per tale zona viene indicata una classe di pericolosità sismica H2 per la quale si prevedono eventuali approfondimenti al 2° solo per costruzioni strategiche e rilevanti (ai sensi della D.G.R. n° 14964/2003), non presenti allo stato attuale sul territorio di studio.

Nell’elaborato cartografico di riferimento (**TAV. 3 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**) è stata pertanto riportata la perimetrazione con retino trasparente azzurro della zona unitaria di pericolosità con indicazioni della litologia superficiale.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluviocolluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 - livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 - livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 - livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 - livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluviocolluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2 - livello di approfondimento 3°

9-0 - ZONIZZAZIONE E PRESCRIZIONI GEOTECNICHE

(CARTA DI SINTESI E APPLICABILITÀ – Elab. A3. e)

I dati sono stati reperiti in parte da pubblicazioni esistenti ed in parte da indagini mirate (prove penetrometriche) compiute per la realizzazione di fabbricati ed hanno permesso una ricostruzione geologico-tecnica del sottosuolo fino a quote di 10-15 metri dall’attuale piano-campagna. Dal punto di vista geotecnico è possibile effettuare una spiegazione con riferimento alla unità litologica precedentemente descritta, pertanto in funzione della differente compressibilità relativa dei terreni si può impostare una classificazione geotecnica di tipo qualitativo che tiene conto, nelle sue linee essenziali, della litologia della coltre superficiale in base alle sezioni litostratigrafiche elaborate ed ai dati raccolti sul territorio comunale.

La zonizzazione proposta è rapportata alla edificabilità e volta a verificare l’esistenza di orizzonti limosi e argillosi i quali, nel caso in cui fossero sottoposti all’azione dei carichi applicati, potrebbero essere interessati da processi di consolidazione.

Tale processo è di breve durata per i terreni granulari (in quanto la dissipazione delle sovrappressioni Δu avviene in tempi rapidi) e più lento per quelli coesivi.

La dissipazione lenta delle Δu produce una riduzione dell'indice dei vuoti e una conseguente diminuzione di volume che può indurre, alle opere realizzate, dei cedimenti differenziali.

Lo stesso fenomeno può comunque derivare per effetto delle fluttuazioni della falda.

Sulla base di queste considerazioni generali vengono correlate (Elab. **A3.e - Carta di Sintesi e Applicabilità**) con le caratteristiche geolitologiche e idrogeologiche dei terreni superficiali *Zone di caratterizzazione geotecnica* cui attengono problematiche geotecniche differenti e opere di fondazione più o meno impegnative.

La zonizzazione che viene proposta è per classi crescenti di complessità geotecnica, per le quali si prevedono adeguate indagini e ricerca delle specifiche proprietà dei terreni e dell'impegno progettuale ed economico delle fondazioni.

Zona A.

Aree in cui per la natura dei terreni superficiali e di quelli posti nell'immediato sottosuolo i processi di consolidazione sono rapidi: ad esse corrispondono i terreni sabbiosi e ghiaiosi e quando lo spessore di un'eventuale coltre limosa è talmente modesto da essere praticamente trascurato.

Zona B.

Aree costituite dalla presenza di sabbie grossolane talora ghiaiose, localmente sabbioso limose

Zona C

Aree in cui il terreno superficiale, per uno spessore significativo, è costituito da alternanze di terreni sciolti e coesivi per cui devono essere adeguatamente valutate quota di imposta e tipologia di e fondazioni

Il tipo e la quantità delle prospezioni geologiche da programmare dipendono dalla complessità litologica, dall'entità dell'opera, dalle fondazioni prospettate e dall'entità dei carichi che verranno trasmessi al sottosuolo (**volume significativo**).

Le indicazioni circa le analisi consigliate fanno riferimento alle direttive emanate dal **D.M. 11 Febbraio 1988** - " *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali per la progettazione,*

l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" ,
Circolare LL.PP. n. 30483 del 24. 09. 1988 e succ., di istruzioni.

Ciò premesso si ritiene di suggerire che la scelta dei mezzi di indagine debba essere effettuata in rapporto alle litologie prospettate nel piano e verificate nel corso dell'indagine stessa.

Ogni relazione geotecnica va corredata da:

- litostratigrafia;
- proprietà fisiche e meccaniche dei terreni;
- rilevazione del livello della falda e relativa fascia di escursione.

Per la determinazione delle proprietà geotecniche dei terreni vanno indicate :

- le attrezzature e gli strumenti utilizzati (prove di laboratorio e/o in situ)
- il grado di affidabilità e attendibilità.

Per le fondazioni superficiali - impostate a quote inferiori al terreno agrario, sotto lo strato interessato dal gelo e da variazioni di umidità stagionali - la caratterizzazione geomeccanica interessa una profondità 2B sotto la fondazione o, comunque, nei limiti del volume significativo di terreno interessato dalla ripartizione dei carichi nelle litozone individuate dalle prospezioni geognostiche.

Per la valutazione dei cedimenti lo stesso **volume significativo** di sottosuolo da indagare sarà condizionato dal tipo di indagine e dal metodo adottato.

9.1 NUMERO DI INDAGINI CONSIGLIATE IN FUNZIONE DELL'ENTITÀ DELL'OPERA

Facendo proprie e integrando le osservazioni di Colombo & Colleselli nella seconda edizione di " Elementi di Geotecnica" (Zanichelli 1996) vengono indicate il numero di linee verticali (profili geotecnici) da realizzare in alcuni casi esemplificativi a cui i Progettisti fanno riferimento per i programmi d'indagine, e in particolare :

- **per manufatti di altezza ed estensione limitata** (fabbricati civili e industriali fino a cinque piani di altezza) dovranno essere esplorate n. 3 linee verticali (pozzi esplorativi

e/o sondaggi) e n. 3 profili penetrometrici; nel **caso di lottizzazioni** le indagini possono essere diminuite qualora sia comprovata una sufficiente omogeneità litologica e geotecnica del sottosuolo;

- **per fondazioni di opere sviluppate in lunghezza e altezza contenute** (es. muri di sostegno con altezza di 4- 10 m. ; rilevati di altezza di 4 - 10 m.) dovrà essere realizzata una verticale ogni 50 - 100 m. (con un minimo di 1 - 2 verticali) e altrettanti profili penetrometrici;
- **per gli scavi** con profondità 3 -10 m. varrà quanto indicato, in rapporto alla superficie, per i due punti precedenti;
- **per strutture di grande estensione superficiale** le verticali dovranno essere ubicate ai vertici di una maglia con interasse di 20 - 40 m. .

Profondità di indagine

Per quanto attiene la profondità di indagine si rimanda alle Raccomandazioni A.G.I. 1977, che evidenziano i volumi significativi a seconda del tipo di fondazioni.

A sostituzione e integrazione delle precedenti raccomandazioni **l'Eurocodice per l'Ingegneria Geotecnica (EC7 1988)**, prevede:

- **per fondazioni dirette** - la profondità di indagine va spinta fino a 1 - 3 volte la larghezza della fondazione;
- **per fondazioni a platea** - la minima profondità di indagine è pari alla larghezza della fondazione;
- **per i pali** - le indagini vanno spinte oltre la punta per 5 volte il diametro o almeno 5 metri; per i gruppi di pali la profondità di indagine deve essere pari almeno il lato minore del rettangolo che circonda il gruppo;
- **per i rilevati** - le indagini vanno ubicate ogni 100 - 200 m. e limitate ai terreni che contribuiscono al 90% del cedimento totale.

9.2 - INDAGINI ORIENTATIVE PER FONDAZIONI SUPERFICIALI RIGUARDANTI LE DIVERSE AREE DEFINITE DALLA ZONIZZAZIONE GEOTECNICA

Zona A (*Terreni sabbiosi e ghiaiosi e quando lo spessore di un'eventuale coltre limosa è talmente modesto da essere praticamente trascurabile*)

1. Si rendono necessarie prove penetrometriche sia statiche o dinamiche ;
2. Il profilo geotecnico ricavato da prove penetrometriche statiche o dinamiche, può essere limitato allo spessore del volume significativo qualora le prove in situ, o altre poste in aree adiacenti, non evidenzino l’esistenza di strati compressibili interessati dai carichi dell’opera ;

Zona B (*Aree costituite dalla presenza di sabbie grossolane talora ghiaiose, localmente sabbioso limose*)

1. E’ necessaria l’esecuzione di prove penetrometriche statiche e/o dinamiche.

Zona C (*Alternanze di sabbie e limi, presenza di orizzonti compressibili*)

1. E’ prevista l’esecuzione di prove penetrometriche di tipo statico con particolare .
2. Potranno rendersi necessari, nel caso di situazioni geotecniche particolarmente sfavorevoli, approfondimenti di indagini mirati (prelievo di campioni per la determinazione dei parametri rappresentativi : resistenza al taglio, compressibilità).

10.0 - VINCOLI PRESENTI NELL’AMBITO DEL TERRITORIO COMUNALE

(*CARTA DEI VINCOLI – El. A3. f*)

Vengono qui riportate tutte le limitazioni d’uso del territorio, individuate mediante norme legislative e da un’analisi approfondita del territorio Provinciale (PTCP).

- Area di rispetto di 150 metri dal Torrente Terdoppio, ex D.Lgs 42/2004
- Fascia di rispetto dai corsi d’acqua secondari pari a m. 10 dal ciglio superiore della sponda. Per il Canale Quintino Sella viene mantenuta una distanza di m. 20.
- Area di salvaguardia dalle captazioni ad uso idropotabile:
- Sono riportate le aree di rispetto m. 200 e di tutela assoluta m.10 ex D.Lgs 11.5.99 n°. 152 / D.lgs18.8 2000 n°. 258
- Area di rispetto cimiteriale di m. 200
- Distanza dal depuratore comunale m. 50

AMBITI DI TUTELA P.T.C.P.

- Aree di elevato contenuto naturalistico
- Aree di consolidamento delle attività agricole e dei caratteri onnotativi
- Centri e nuclei storici

BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI (D.LGS 29 OTTOBRE 1999 N° 490)

- Zone di interesse archeologico–areali di rischio
- Zone di interesse archeologico –areali di ritrovamento

11-0 - CLASSI DI FATTIBILITA'

(CARTA DI FATTIBILITA' E DELLE AZIONI DI PIANO Elab. **A3.f**)

La sovrapposizione e la connessione dei dati rappresentati nelle varie carte tematiche allegare alla presente relazione hanno portato alla realizzazione di una **Carta di Fattibilità geologica** (Elab. **A3.f**), che identifica e riunisce in varie classi le porzioni di territorio assimilabili in base ai loro caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici.

La classificazione utilizzata ha il compito di fornire:

- le indicazioni di massima sulle varie destinazioni d'uso,
- gli elementi da valutare per gli interventi di piano
- le indagini da prescrivere (geologiche geotecniche, etc.) in sede di progettazione dei singoli interventi
- le direttive per programmare eventuali opere di riduzione di rischi potenziali
- le direttive per programmare controlli/verifiche periodici di fenomeni in atto.

Per la determinazione delle classi di fattibilità geologica sono state considerate principalmente le problematiche inerenti la soggiacenza della falda ed i caratteri geotecnici delle zone interessate da possibile espansione urbanistica.

CLASSE II: FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI (colore Giallo)

Classe che comprende aree con condizioni limitative dovute alla presenza di terreni limoso-argillosi compressibili e/o a limitata soggiacenza della falda acquifera; terreni sabbioso-ghiaiosi ad elevata permeabilità (vulnerabilità medio-alta).

Si richiedono approfondimenti di carattere geotecnico ed idrogeologico, al fine di verificare eventuali disomogeneità areali dei terreni di fondazione e di identificare le corrette tipologie fondazionali adottabili in relazione all’entità dell’intervento; va inoltre verificata puntualmente la soggiacenza della falda (per possibile presenza di falde “sospese” – temporanee) per la realizzazione di locali seminterrati e/o in sotterraneo (Box, cantine). Sono richieste indagini dettagliate (studio geologico – geotecnico) in ottemperanza al D.M. 11/03/88 e indicate nei precedenti capitoli **9.1 e 9.2.**

- **ZONE CHE RICADONO ALL’INTERNO DELLA FASCIA DI RISPETTO FLUVIALE (150 METRI EX D.Lgs 42/2004**

CLASSE III: FATTIBILITA’ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

In questa classe ricadono le seguenti aree con elevate limitazioni alla destinazione d’uso dei terreni:

- **AMBITO DI RILEVANZA AMBIENTALE E NATURALISTICA**

In cui sussistono particolari ambienti naturali e sono:

- Aree di elevato contenuto naturalistico
- Aree per le quali sono state individuate limitazioni legate a fattori ambientali di elevato contenuto naturalistico
- **ZONE DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE AD USO IDROPOTABILE ESTESE A 200 METRI DI RAGGIO DAL PUNTO DI PRELIEVO**

Nelle aree definite da tale raggio per insediamenti a rischio e attività ritenute pericolose valgono le prescrizioni contenute nell’ art 5 - comma 5 D. Lgs n° 258/2000.

Vanno inoltre applicate le restrizioni emanate dalla Regione Lombardia relative alle seguenti strutture ed attività:

- fognature;
- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura.

L’attuazione degli interventi o delle attività elencate all’art. 5 / comma 6 del D. Lgs. 258/2000 è subordinata all’esecuzione di indagini idrogeologiche di dettaglio per la ripermimetrazione (secondo criterio temporale o idrogeologico) di tali zone.

- **AREA DI RISPETTO CIMITERIALE (200 metri)**

CLASSE IV: FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI (colore Rosso)

Aree ad elevato rischio idrogeologico nelle quali è escluso l’uso a fini edificativi, se non opere tese a consolidamento, sistemazione idrogeologica e/o rinaturalizzazione, ed esistono gravi limitazioni alla modifica di destinazione d’uso.

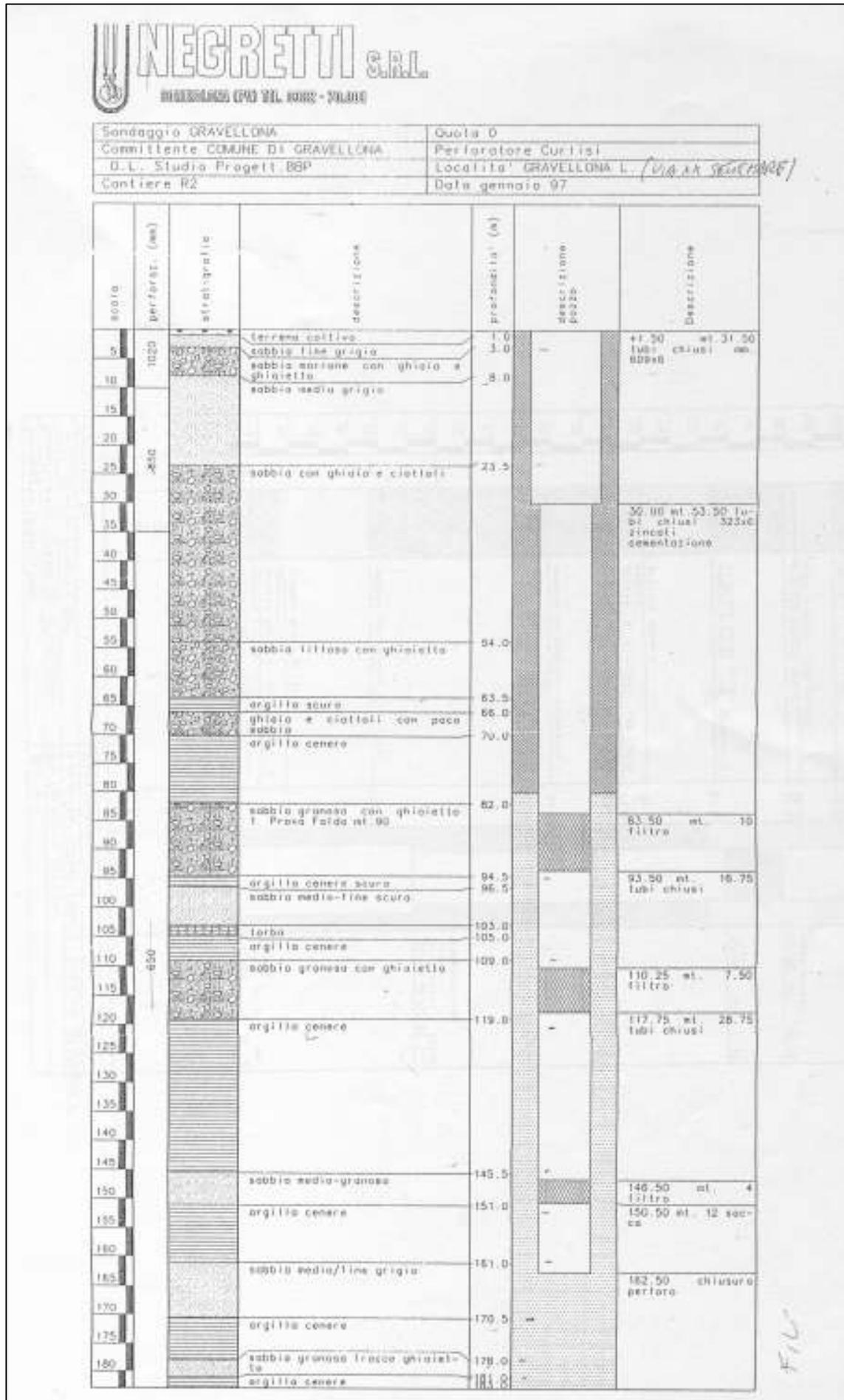
- **FASCIA DI PROTEZIONE ASSOLUTA PUNTI CAPTAZIONE ACQUE AD USO IDROPOTABILE**

(10 metri / D. Lgs. 258/00 art. 5- comma 4)

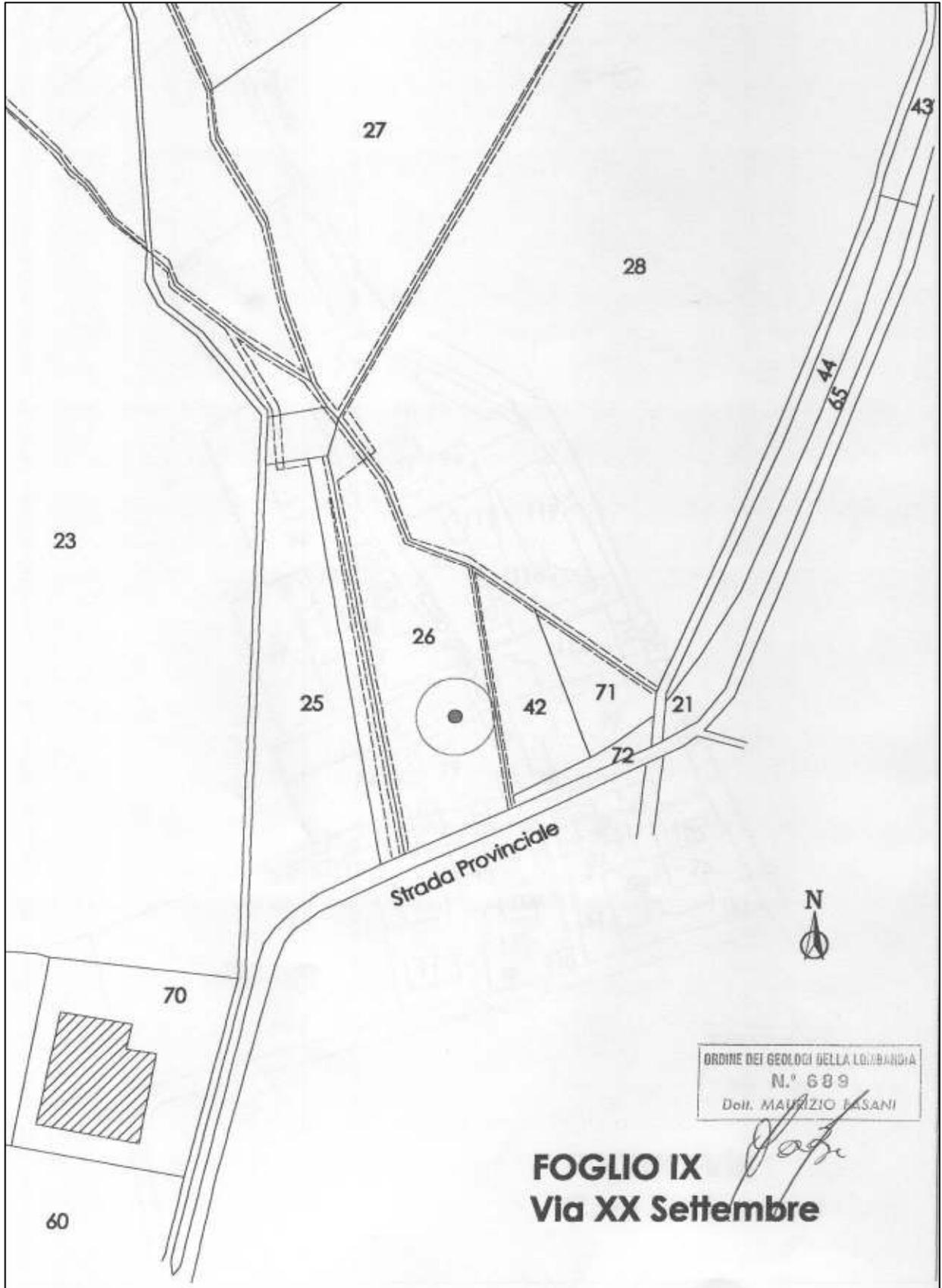
- **FASCE DI RISPETTO (10 METRI) DAL CIGLIO DEI CORSI D’ACQUA MINORI** (rogge, canali irrigui e colatori principali indicati in cartografia) che transitano sul territorio comunale come da Disposizioni di cui al R.D. 523/1904 sulle acque pubbliche.

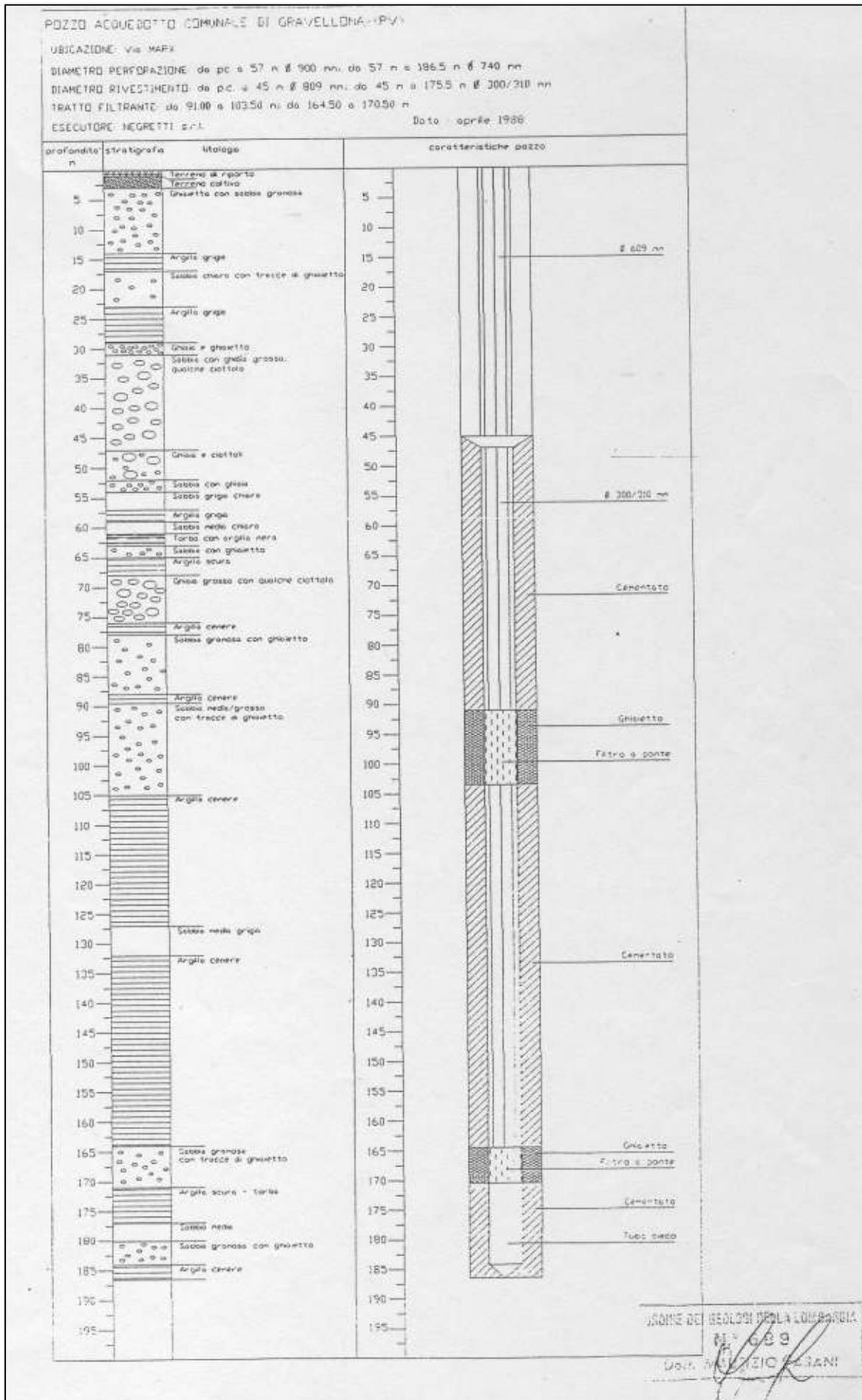
L’ampiezza di tale fascia potrà essere ridotta a seguito di assunzione da parte dei Comuni del provvedimento di cui alla D.G.R. 7/7868 del 25/01/02, punti 3 e 5.1 (*Definizione del reticolo idrico minore*) .

**STRATIGRAFIE POZZI ACQUEDOTTISTICI
COMUNALI E LORO INQUADRAMENTO CATASTALE
E STRATIGRAFIA POZZO PRIVATO IDEA MARMI**

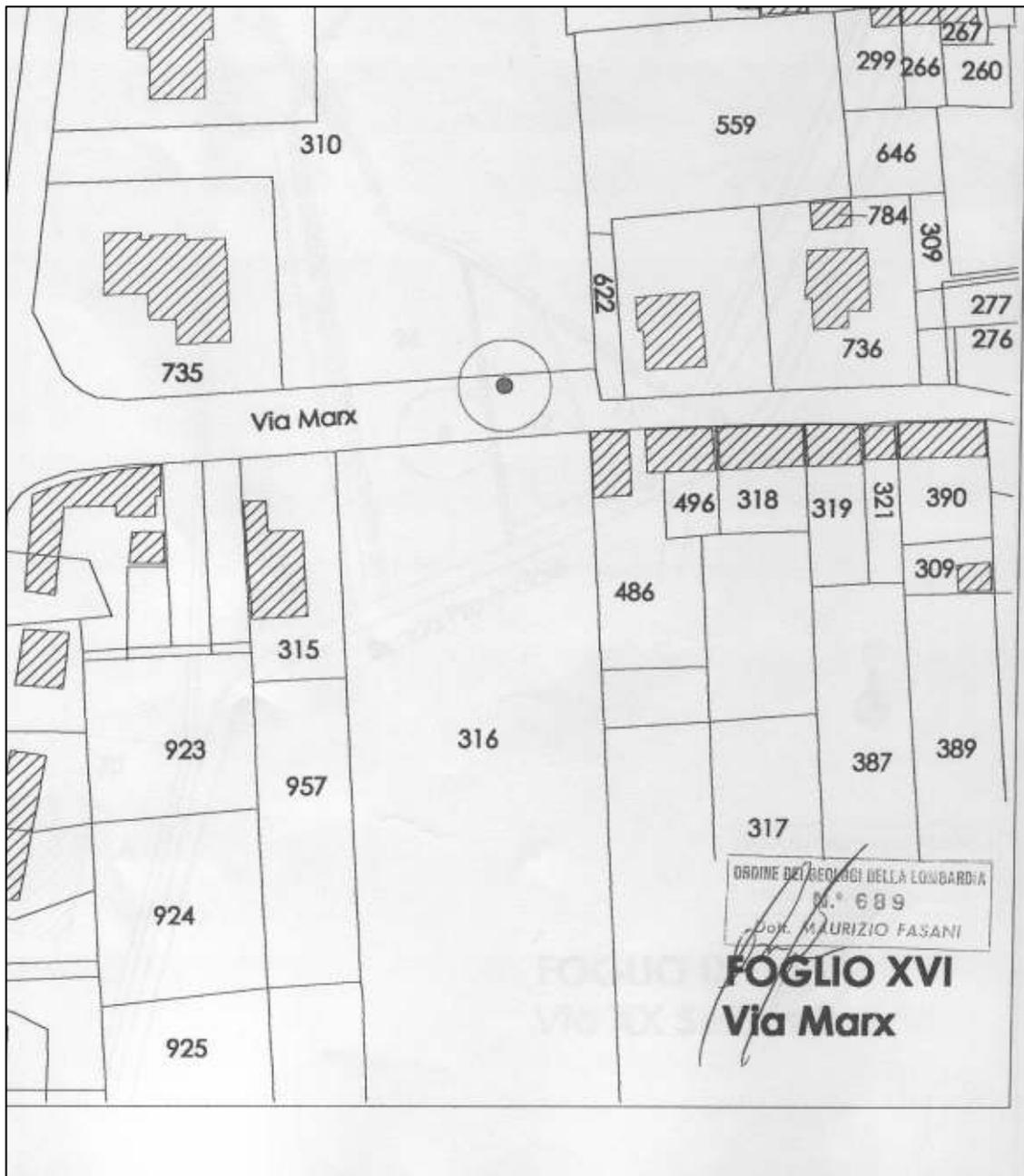


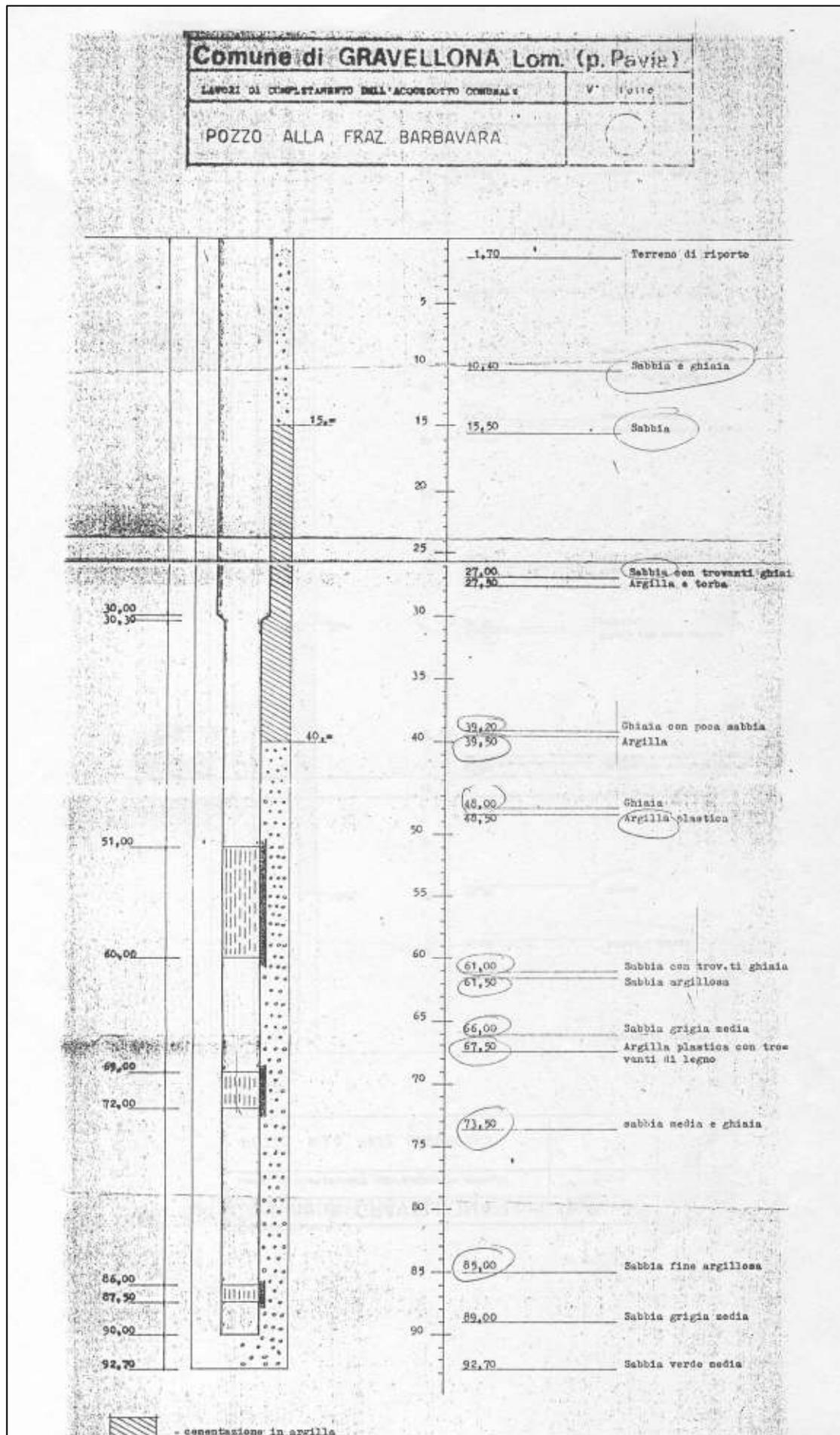
Pozzo comunale di via XX settembre





Pozzo comunale di via C. Marx





Ex pozzo comunale fraz. Barbavara

BIBLIOGRAFIA

- G.Bellinzona, P.Valentini, V.Riganti, M.Baldi – Indagine idrogeologica ed idrogeochimica finalizzata alla ricerca delle cause dell’inquinamento delle acque di falda da atrazina e molinate in una zona campione della Lomellina compresa tra il T.terdoppio ed il T. Agogna, comprensorio di Mortara – Pavia 1988
- Ass. Irr. Est Sesia Novara - Le acque sotterranee della pianura irrigua novarese-lomellina
- Ass. Irr. Est Sesia Novara – I fontanili, una risorsa idrica e ambientale
- AA.VV. - La difesa del fiume Ticino e del suo comprensorio - Pavia 1977
- Ottone C., Rossetti R. - Condizioni termo-pluviometriche della Lombardia - Atti Ist. Geol. Un. PV - 1980
- Provincia di Milano - Carta delle isopiezometriche del mese di novembre 1979 - scala 1: 50.000 - 1980
- Serv. Geol. D’Italia - Carta Geologica d’Italia scala 1:100.000 - Fogli Novara e Mortara - 1963/1966
- Landini Piero – La Lomellina – Profilo geografico – Roma 1952
- ISTAT - Annuario di statistiche climatologiche - annate varie
- ERSAL - Progetto Carta Pedologica - SSR 7 - I suoli del Parco Ticino abbatense - 1991
- ERSAL - Guida agrometeorologica della Lombardia - 1992
- ERSAL - Progetto Carta Pedologica - SSR 19 - I suoli del Parco Ticino settore settentrionale - 1993
- LANCELOTTA R. - Geotecnica / Zanichelli Bologna (1987)
- P.T.C.P- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Norme di attuazione

Stazione piezometrica di Gravelona Lomellina - 43 B

Quota terreno: 115,27 m s.l.m.

Quota punto riferimento 115,52 m s.l.m.

Altezza punto riferimento 0,25 m

Quota della falda frastica (in m s.l.m.)

Coordinate U.T.M. 481175 E 5019679 N

Anno 1998	Massimo	Data	Minimo	Data
Gennaio	113,08	15-gen	112,92	02-gen
Febbraio	112,95	02-feb	112,85	28-feb
Marzo	112,82	02-mar	112,75	18-mar
Aprile	113,17	28-apr	112,84	02-apr
Maggio	113,34	28-mag	113,20	02-mag
Giugno	113,48	25-giu	113,36	02-giu
Luglio	113,48	15-lug	113,42	08-lug
Agosto	113,48	12-ago	113,42	02-ago
Settembre	113,44	02-set	113,32	25-set

Gen	Feb	Mar	Apr	Mai	Giun	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
113,08	112,95	112,82	113,17	113,34	113,48	113,48	113,48	113,44	113,32	113,20	113,08
15-gen	02-feb	02-mar	28-apr	28-mag	25-giu	15-lug	12-ago	02-set	02-ott	02-nov	02-dic

– ZONIZZAZIONE E PRESCRIZIONI GEOTECNICHE

(CARTA DI SINTESI E APPLICABILITÀ – A3.e.)

I dati sono stati reperiti in parte da pubblicazioni esistenti ed in parte da indagini mirate (prove penetrometriche) compiute per la realizzazione di fabbricati ed hanno permesso una ricostruzione geologico-tecnica del sottosuolo fino a quote di 10-15 metri dall’attuale piano-campagna. Dal punto di vista geotecnico è possibile effettuare una spiegazione con riferimento alla unità litologica precedentemente descritta, pertanto in funzione della differente compressibilità relativa dei terreni si può impostare una classificazione geotecnica di tipo qualitativo che tiene conto, nelle sue linee essenziali, della litologia della coltre superficiale in base alle sezioni litostratigrafiche elaborate ed ai dati raccolti sul territorio comunale.

La zonizzazione proposta è rapportata alla edificabilità e volta a verificare l’esistenza di orizzonti limosi e argillosi i quali, nel caso in cui fossero sottoposti all’azione dei carichi applicati, potrebbero essere interessati da processi di consolidazione.

Tale processo è di breve durata per i terreni granulari (in quanto la dissipazione delle sovrappressioni Δu avviene in tempi rapidi) e più lento per quelli coesivi.

La dissipazione lenta delle Δu produce una riduzione dell’indice dei vuoti e una conseguente diminuzione di volume che può indurre, alle opere realizzate, dei cedimenti differenziali.

Lo stesso fenomeno può comunque derivare per effetto delle fluttuazioni della falda.

Sulla base di queste considerazioni generali vengono correlate (cfr. **Tav. C.4 - Carta di Sintesi e Applicabilità**) con le caratteristiche geolitologiche e idrogeologiche dei terreni superficiali *Zone di caratterizzazione geotecnica* cui attengono problematiche geotecniche differenti e opere di fondazione più o meno impegnative.

La zonizzazione che viene proposta è per classi crescenti di complessità geotecnica, per le quali si prevedono adeguate indagini e ricerca delle specifiche proprietà dei terreni e dell’impegno progettuale ed economico delle fondazioni.

Le indicazioni delle prerogative geotecniche dei suoli e del primo sottosuolo delle zone definite secondo l’All. 3 , sono in funzione di un possibile utilizzo ai fini edificatori o per connesse attività.

La caratterizzazione geotecnica è riferita ai litotipi più comuni presenti, definita secondo il loro comportamento, inteso in senso di compressibilità e di presunta dissipazione delle sovrapposizioni, nel caso venissero interessati da carichi applicati.

Le informazioni sono state ottenute sulla base della documentazione esistente, in particolare sono state utilizzate le seguenti fonti di approfondimento:

- *Dati disponibili in letteratura riferiti alle caratteristiche geomeccaniche dei litotipi conosciuti.*
- *Stratigrafie dei pozzi acquedottistici comunali.*
- *Rilievi e zonizzazione litologica di superficie.*
- *Indagini penetrometriche puntuali effettuate nell’ambito comunale.*

Una attenta lettura delle caratteristiche litologiche superficiali dell’area (con variazioni sia verso litotipi limosi o limoso-sabbiosi) inducono a porre maggior cautela ed a considerare di volta in volta le aree edificabili o soggette a cambiamenti d’uso in quanto, la presenza di percentuali limose in livelli, o miscelate a sabbie, corrisponde al netto calo delle capacità portanti del terreno.

I suoli ed il sottosuolo del territorio comunale di Gravellona non presentano una sostanziale differenziazione per quanto riguarda la loro composizione litologica, per quanto concerne le caratteristiche geotecniche invece le difformità più marcate sono attribuibili a livelli limoso-argillosi presenti entro i sedimenti a componente prevalente sabbiosa e dalle discontinuità litologiche dovute all’alternanza di strati diversamente addensati o compattati.

Trattasi di sedimenti quaternari di origine alluvionale legati alla dinamica fluviale, i depositi più comuni sono rappresentati da sabbie di differente classe granulometrica e tessitura, associate a ghiaie o a limi (frazioni più fini) con le quali formano alternanze o termini intermedi di passaggio quali sabbie-limose o sabbie argillose.

Una prima sommaria delimitazione del territorio può essere realizzata suddividendo l’ambito amministrativo in tre zone, definite rispettivamente sulla base delle caratteristiche dei terreni superficiali e del substrato.

Zona A.

Sabbie grossolane e ghiaie

Sono i sedimenti appartenenti al Piano Generale Terrazzato (Fluviale wurm) individuabili in aree a grande estensione nei settori settentrionale ed orientale .

Presentano tessitura grossolana e substrato prevalentemente sabbioso grossolano e/o ghiaioso. Le caratteristiche geomeccaniche si possono considerare di buone caratteristiche geotecniche.

Zona B.

Sabbie talora ghiaiose, localmente limose

Sono i suoli maggiormente estesi, da est a ovest, sino ad occupare l’intero settore occidentale dell’ambito comunale. Questa zona, accumula suoli di genesi differente ma assimilabili per granulometria e substrato. Rappresentano le aree morfologicamente rilevate, generalmente stabili, del livello fondamentale della pianura ed in subordine quattro delimitazioni, di ridotta estensione, corrispondenti ad aree di vecchi tracciati fluviali non più attivi (paleomeandri). I terreni sono costituiti da suoli sabbiosi, caratterizzati da tessitura da media a grossolana con substrato variabile da sabbioso a ghiaioso con intercalazioni limose. Le caratteristiche geotecniche di questi terreni sono da considerarsi da medie a buone.

Zona C

Sabbie da alterate a molto alterate superficialmente, sabbie limose e argillose

Sono i suoli sui quali insiste l’intero abitato di Gravellona appartenenti alle “alluvioni rissiane” note in letteratura come dossi sabbiosi, testimoni erosi di un antico terrazzo alterato per uno spessore di circa 1,5 metri in sabbie gialle-ocracee e substrato sabbioso-limoso e/o sabbioso-argilloso. Particolare attenzione inducono i terreni sui quali insiste il

nucleo urbanizzato, sede di aree di espansione residenziale, industriale ed artigianale. Entro i primi livelli del sottosuolo si rilevano strati comprimibili e discontinuità litologiche che limitano i valori dei carichi unitari ammissibili. Le caratteristiche geomeccaniche di questi terreni, che dovranno essere puntualmente verificate, possono considerarsi di media e bassa portanza.

Natura delle alluvioni dal punto di vista geotecnico

- Aree in cui per la natura dei terreni superficiali e quelli posti nell'immediato sottosuolo i processi di consolidazione sono rapidi: ad essa corrispondono i terreni sabbiosi e ghiaiosi e quando lo spessore della coltre limosa è talmente di modesta da essere praticamente trascurata.

- Aree in cui il terreno superficiale, per uno spessore significativo, è costituito da terreni coesivi o da alternanze di sedimenti sciolti e coesivi, per cui le fondazioni devono essere impostate a congrua profondità sull'orizzonte granulare e/o tenere comunque in considerazione la minore portanza naturale..

5.1.4 PRESCRIZIONI GEOTECNICHE

Il tipo e la quantità delle prospezioni geologiche da programmare dipendono dalla complessità litologica, dall'entità dell'opera, dalle fondazioni prospettate e dall'entità dei carichi che verranno trasmessi al sottosuolo.

Le indicazioni circa le analisi consigliate sono orientative e non vincolanti per il Progettista, il quale è chiamato solo ad una scrupolosa attuazione delle direttive emanate dal **D.M. 11 /03/1988** - “ *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*” , **Circolare LL.PP. n. 30483 del 24. 09. 1988**, di istruzioni, dichiarazione del Progettista che sono verificate le condizioni di cui al **D.M. LL.PP. 20 /11/97** per lavori su fabbricati esistenti.

Ogni relazione geotecnica va corredata da:

- litostratigrafia;
- proprietà fisiche e meccaniche dei terreni;

- rilevazione del livello della falda e relativa fascia di escursione.

Per la determinazione delle proprietà geotecniche dei terreni vanno indicate :

- le attrezzature e gli strumenti utilizzati (prove di laboratorio e/o in situ)
- il grado di affidabilità e attendibilità.

Analogamente, per le fondazioni su pali, la caratterizzazione geotecnica dovrà essere rilevata lungo l’intero fusto del palo fino ad una profondità definita, ad esempio, dalle raccomandazioni A.G.I. .

Numero di indagini consigliate in funzione dell’entità dell’opera

Facendo proprie e integrando le osservazioni di Colombo & Colleselli nella seconda edizione di “ Elementi di Geotecnica” (Zanichelli 1996) vengono indicate il numero di linee verticali (profili geotecnici) da realizzare in alcuni casi esemplificativi a cui i Progettisti fanno riferimento per i programmi d’indagine, e in particolare :

- **per manufatti di altezza ed estensione limitata** (fabbricati civili e industriali fino a cinque piani di altezza) dovranno essere esplorate n. 3 linee verticali (pozzi esplorativi e/o sondaggi) e n. 3 profili penetrometrici; nel **caso di lottizzazioni** le indagini possono essere diminuite qualora sia comprovata una sufficiente omogeneità litologica e geotecnica del sottosuolo;
- **per fondazioni di opere sviluppate in lunghezza e altezza contenute** (es. muri di sostegno con altezza di 4- 10 m. ; rilevati di altezza di 4 - 10 m.) dovrà essere realizzata una verticale ogni 50 - 100 m. (con un minimo di 1 - 2 verticali) e altrettanti profili penetrometrici;
- **per gli scavi** con profondità 3 -10 m. varrà quanto indicato, in rapporto alla superficie, per i due punti precedenti;
- **per strutture di grande estensione superficiale** le verticali dovranno essere ubicate ai vertici di una maglia con interasse di 20 - 40 m. .

La sostituzione di prove penetrometriche ai sondaggi e ai pozzi di rilevamento è ammessa quando sussiste una sufficiente uniformità litostratigrafica.

5.1.4 - INDAGINI ORIENTATIVE PER FONDAZIONI SUPERFICIALI RIGUARDANTI LE DIVERSE AREE DEFINITE DALLA ZONIZZAZIONE GEOTECNICA

▪ *Per terreni sabbiosi e ghiaiosi e quando lo spessore di un’eventuale coltre limosa è talmente modesto da essere praticamente trascurabile)*

1. Possono essere limitate all’esecuzione di pozzi esplorativi e a prove penetrometriche sia statiche che dinamiche ;

2. il profilo geotecnico può essere limitato allo spessore del volume significativo qualora le prove in situ, o altre poste in aree adiacenti, non evidenzino l’esistenza di strati compressibili interessati dai carichi dell’opera ;

▪ *Alternanze di sabbie, sabbie limose talora argillose, presenza di orizzonti compressibili superficiali)*

E’ necessaria l’esecuzione di sondaggi e/o pozzi di rilevazione per la definizione della stratigrafia e soggiacenza della falda e l’eventuale prelievo di campioni per la determinazione dei parametri rappresentativi (resistenza al taglio, compressibilità) ;

1. a completamento e/o a parziale sostituzione delle indagini, si potrebbero prospettare prove penetrometriche di tipo statico talvolta munite di piezocono per la valutazione delle pressioni neutrali e l’individuazione di alternanze di terreno anche di limitato spessore .

▪ *Alternanze di sabbie, sabbie limose talora argillose, presenza di orizzonti compressibili superficiali)*

4.2 ELEMENTI METEO-CLIMATICI, IDROGRAFICI E IDROGEOLOGICI

4.2.1 CLIMATOLOGIA

Clima	
Gradi Giorno	2.673
Zona Climatica (a)	E

All’interno dell’area presa in esame sono stati presi in considerazione i dati termopluviometrici forniti dalla stazione di rilevamento di S. Anna di Cilavegna (Pv), riferiti agli anni dal 1997 al 2000.

I dati riscontrati attestano che l’intera zona si può inquadrare in un unico clima e che le variazioni riscontrabili non sono tali da produrre modifiche rilevanti dei valori medi, sui quali si basa la presente relazione.

Per il calcolo del parametro di evapotraspirazione secondo Penman, riportato in Tabella 1 insieme ai dati climatici, sono stati utilizzati i valori di umidità relativa, ventosità e copertura del cielo, forniti dalla stazione meteorologica di Novara Cameri. (periodo dal 1974 al 1983)

La temperatura dell’aria presenta un valore medio annuale di 12,7°C con escursione termica media (differenza tra le temperature dei mesi di luglio e gennaio) pari a 22,1°C .

Il clima, pertanto, dal punto di vista termico si può considerare di tipo continentale.

Secondo la classificazione di Koppen il clima dell’area in esame è considerato temperato umido ad estate calda.

Le precipitazioni sono abbastanza abbondanti, con media annuale intorno ai 1000 mm. , un massimo in autunno (novembre) ed un minimo in inverno (febbraio).

Il regime pluviometrico è quello sublitoraneo, assimilabile probabilmente al sublitoraneo padano.

L’evapotraspirazione Eto è stata calcolata secondo due procedimenti: quello di Thornthwait che pur essendo il più utilizzato fornisce risultati meno attendibili, pari a 770 mm/anno.

Il secondo procedimento (Penman) fornisce normalmente valori di Eto più corrispondenti alla realtà, nel nostro caso la sua stima si innalza sino a 950 mm/anno.

PRECIPITAZIONI TOTALI MENSILI RILEVATE DALLA STAZIONE METEOROLOGICA DI S. ANNA – CILAVEGNA (PV) – DATI AIES								
	1997		1998		1999		2000	
	mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg g
Gennaio	103,5	12	46,0	5	112,5	4	0,0	0
Febbraio	5,5	2	35,0	2	0,0	0	0,8	0
Marzo	0,0	0	8,5	2	67,0	5	51,0	2
Aprile	3,1	2	131,5	10	50,0	9	140,0	15
Maggio	7,0	4	101,2	7	43,0	6	92,0	8
Giugno	147,5	12	64,5	6	40,0	5	42,0	4
Luglio	10,2	3	66,0	4	26,0	4	n.p.	n.p.
Agosto	42,7	6	28,0	5	91,0	7	n.p.	n.p.
Settembre	0,5	1	38,0	4	82,0	7	n.p.	n.p.
Ottobre	16,0	3	135,6	10	97,0	6	n.p.	n.p.

Novembre	82,0	9	9,0	3	62,0	6	n.p.	n.p.
Dicembre	142,0	7	19,0	2	13,0	2	n.p.	n.p.

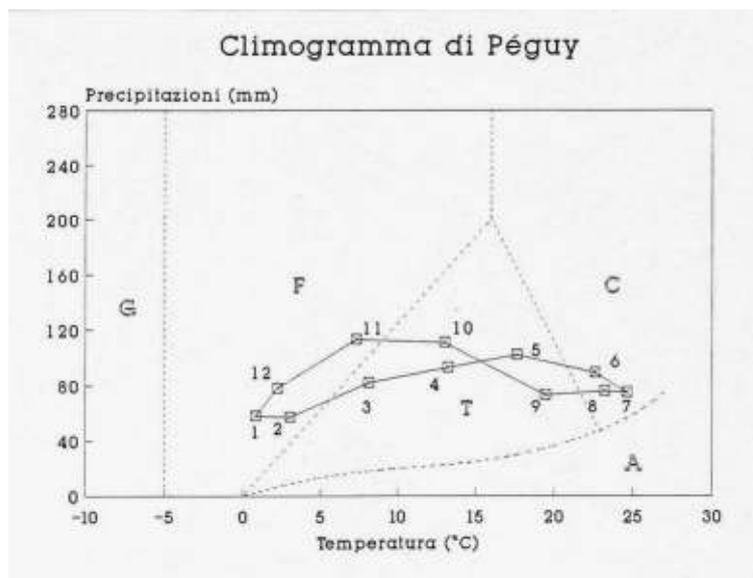
TEMPERATURE MEDIE MENSILI REGISTRATE DALLA STAZIONE METEOROLOGICA DI S. ANNA – CILAVEGNA (PV) – DATI AIES								
	1997		1998		1999		2000	
	max	min	max	min	Max	min	max	Min
Gennaio	+ 4,56	- 1,89	+ 5,36	- 2,64	+ 6,75	- 1,46	+ 6,04	- 4,46
Febbraio	+ 10,12	- 0,65	+ 12,63	- 3,00	+ 10,23	- 4,18	+ 12,28	- 1,60
Marzo	+ 19,74	+ 1,70	+ 14,74	+ 0,11	+ 14,37	+ 2,52	+ 17,96	+ 2,18
Aprile	+ 20,77	+ 3,50	+ 17,80	+ 8,07	+ 19,50	+ 7,43	+ 20,07	+ 7,50
Maggio	+ 27,13	+ 11,87	+ 25,37	+ 13,73	+ 24,77	+ 13,23	+ 29,16	+ 13,13
Giugno	+ 27,18	+ 16,32	+ 29,20	+ 16,52	+ 27,47	+ 15,57	+ 32,77	+ 15,83
Luglio	+ 31,07	+ 16,83	+ 33,27	+ 17,17	+ 31,60	+ 17,20	n.p.	n.p.
Agosto	+ 31,56	+ 17,93	+ 33,04	+ 17,26	+ 29,03	+ 17,97	n.p.	n.p.
Settembre	+ 28,77	+ 13,46	+ 27,54	+ 11,83	+ 25,88	+ 14,58	n.p.	n.p.
Ottobre	+ 19,92	+ 5,46	+ 17,96	+ 6,85	+ 18,12	+ 8,62	n.p.	n.p.
Novembre	+ 10,17	+ 2,38	+ 9,88	- 1,00	+ 9,81	+ 1,81	n.p.	n.p.
Dicembre	+ 5,24	- 0,92	+ 3,20	- 3,08	+ 4,96	- 3,72	n.p.	n.p.

Nel trimestre estivo le piogge rappresentano in media solo il 54% dell’evapotraspirazione di riferimento, da cui ne deriva l’importanza delle pratiche irrigue nell’agricoltura del territorio.

Applicando il climogramma di Pèguy si possono individuare 5 mesi temperati (marzo, aprile, maggio, settembre, ottobre), 4 mesi freddi (da novembre a febbraio) e 3 mesi caldo-umidi (giugno, luglio e agosto).

Da notare che il mese di luglio risulta molto prossimo alla definizione di mese arido.

Per la stazione di S. Anna, infine, si hanno 54 giorni medi di gelo distribuiti in sei mesi, con l’87% degli stessi concentrati nel trimestre dicembre-febbraio.



La brina è presente mediamente 40,5 giorni all’anno, da ottobre a maggio incluso, mentre la rugiada si verifica in media 122 giorni all’anno, da maggio ad ottobre.

Altri dati climatici interessanti riguardano le nebbie, che influenza notevolmente il clima della Lomellina.

Nel periodo 1908-1928 è stata rilevata una media di 73,3 giornate di nebbia all’anno, con massimi di 142 giorni e minimi di 23 giorni di nebbia.

Il fenomeno si concentra principalmente nei trimestri settembre-novembre e dicembre-febbraio, anche se storicamente, non sono così rare presenze di nebbie addirittura nel trimestre giugno-agosto.

I venti estivi predominanti provengono da E, quelli invernali da W, SW.

CIRCOLAZIONE DEI VENTI A TERRA

I dati raccolti sui venti fanno riferimento alla stazione di Pavia dove sono stati rilevati i valori delle frequenze relative cumulate, espresse in percentuale, della direzione del vento a diverse ore nell’arco del giorno solare.

Le ore alle quali vengono fatte le misurazioni nell’arco dell’anno sono:

8.00

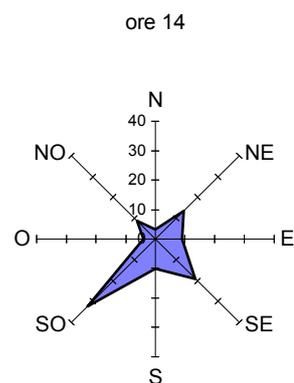
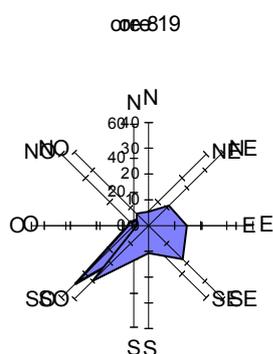
14.00

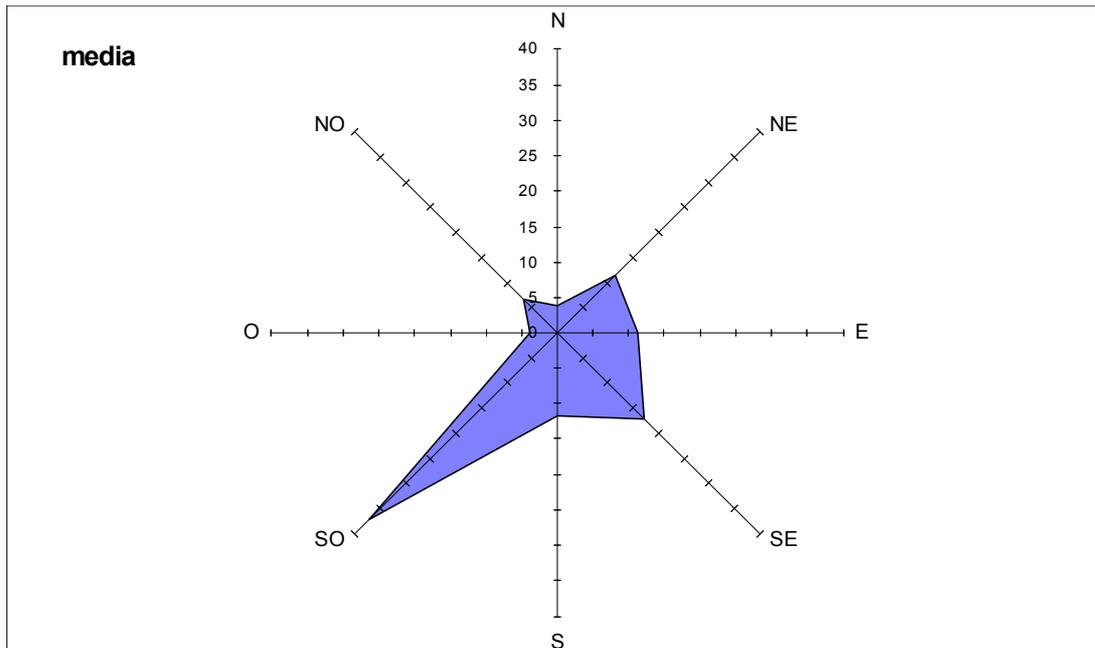
19.00

e, rispetto alle misurazioni registrate, si possono fare le seguenti considerazioni:

- la direzione prevalente e quella del settore S –O (provenienza della brezza)
- le misurazioni delle ore 8.00 evidenziano una prevalenza di orientamento del vento in direzione S-SO, che subisce un aumento durante il periodo invernale ed una conseguente attenuazione durante la primavera - estate, con una risalita graduale in autunno.
- i dati che fanno riferimento alle ore 14.00 confermano in pratica i dati relativi alle ore 8.00 per quanto riguarda la direzione che ha come orientamento **S-SO**, con minime variazioni per il periodo primaverile; i mesi di agosto ed ottobre sono caratterizzati da estrema variabilità, mentre solo nei mesi estivi si nota una certa prevalenza nei settori **NE, SE e SO**.
- risulta sempre prevalente la direzione **SO** per il periodo dicembre - febbraio mentre da marzo a settembre prendono importanza i settori relativi a **SE, E e NE**.

FREQUENZA PERCENTUALE DELLE DIREZIONI DEL VENTO DURANTE IL GIORNO ED AI SINGOLI RILEVAMENTI : ORE 8, 14 e 19 (valori mediati sull’intero anno).





Dall’analisi dei grafici nella pagina precedente si evidenzia come il quadrante di provenienza dei venti a frequenza predominante nell’arco dell’intero anno sia quello di Sud Ovest (che peraltro è quello caratteristico per la pianura Lomellina e pavese, a nord del Fiume PO); si può pertanto concludere che l’abitato di Cilavegna si trova “a monte” (dal punto di vista del flusso prevalente di aria al suolo) .

Vengono inseriti in questo capitolo anche alcune considerazioni, seppure largamente indicative, riguardo all’erosione e pedogenesi (Belloni,1975).

Il pluviometro di Lang ($Pf=61,8$) indica che l’elemento climatico, moderatamente umido, dovrebbe indicare pedogenesi di terre brune.

Gli elementi fitoclimatici indicano zona a latifoglie eliofile frammiste a specie xerotermiche e termofile.

L’indice della capacità erosiva del clima (Fournier $K=12,68$) risulta molto modesto.

I dati raccolti ed elaborati, con l’aggiunta del drenaggio, indicano che il territorio risulta molto limitatamente franoso, a prescindere dalla morfologia generale pianeggiante.

4.2.2 IDROGRAFIA

6.0 IDROGEOLOGIA

Il sottosuolo dell'area, esaminato attraverso il confronto delle stratigrafie dei pozzi per acqua, è costituito essenzialmente da sabbie e ghiaie assai permeabili, con una frazione ghiaiosa che, da nord verso sud, tende a diminuire a favore di quella sabbiosa, e da lenti e livelli argillosi di varie dimensioni e spessori, più frequenti verso sud, che non presentano comunque continuità laterale.

L'acquifero contenuto in questi depositi si comporta quindi come un unico sistema idraulico (acquifero multistrato) contenente più falde, e i diversi livelli produttivi che lo costituiscono possono comunicare tra loro, permettendo lo scambio di acque. Schematicamente si possono comunque individuare due tipi di falda:

una superiore libera, alimentata direttamente dalle acque meteoriche grazie alla buona permeabilità dei depositi superficiali (che verso sud tende a diventare semiconfinata per la presenza in superficie di orizzonti impermeabili), ed una falda profonda in pressione.

In particolare si possono distinguere tre settori in cui la falda superficiale si dispone a quote differenti, in accordo con l'andamento morfologico del territorio in esame: un settore centrale, morfologicamente depresso, rappresentato dalla valle alluvionale del Ticino e del Po, e due settori laterali corrispondenti al LfP.

Appare inoltre assai evidente la relazione esistente fra la falda ed il Ticino, il quale drena le acque sotterranee causando un abbassamento della superficie freatica e un'inflexione delle linee isopiezometriche verso nord.

In ragione della morfologia del suolo e della cadente piezometrica, nella valle alluvionale la superficie della falda si trova a profondità sempre inferiore a 3 m, dando luogo al fenomeno del fontanili.

La minima soggiacenza della falda, sia in tutti i fondovali, sia in varie altre aree più elevate, unita alla presenza di acque sospese e all'abbondanza delle acque superficiali irrigue e di risaia, è all'origine dell'abbondanza idrica nel primo sottosuolo e della frequenza dei fenomeni di idromorfia.

Sono state effettuate indagini idrogeologiche finalizzate a valutare le caratteristiche degli acquiferi contenuti nel sottosuolo comunale e le possibili interferenze tra falda superficiale ed aree di possibile sviluppo urbanistico.

Nell'ambito del territorio comunale (e dei comuni limitrofi posti al margine meridionale del Piano Generale terrazzato) si trovano depositi continentali quaternari aventi uno spessore

medio, inferiore ai 200 metri, che va progressivamente assottigliandosi verso Sud, fino ai primi rilievi collinari oltrepadani, dove affiora il substrato marino (PLIOCENE); tali depositi sono sede di acquiferi più o meno in comunicazione fra di loro secondo un sistema multifalda.

Gli strati fino ad 80 - 90 metri di profondità, identificabili con i depositi fluviali pleistocenici, sono prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con rari livelli limosi e argillosi mentre i depositi sottostanti (Villafranchiano) sono caratterizzati da potenti bancate limoso-argillose intercalate a livelli non continui di materiale sabbioso e ghiaioso.

Emerge pertanto una elevata permeabilità dei livelli superiori, tale da consentire un notevole afflusso di acque superficiali in falda e da determinare una considerevole circolazione idrica sotterranea con direzione prevalente, in accordo con quella dell'idrografia superficiale, verso il Po.

Negli strati sottostanti, che pure risultano in comunicazione con i primi, si può invece ipotizzare un diverso regime idrodinamico con direzioni variabili all'interno dei vari acquiferi.

Le differenti condizioni di permeabilità e di potenza fra gli acquiferi dei due livelli possono infine determinare minori velocità di deflusso delle acque nella parte più profonda.

All'interno dell'area comunale la litologia dei terreni superficiali presenta caratteri differenti tra il piano alto (P.G.T.) e la fascia più bassa, che comprende la valletta del Terdoppio e la piana tra il piede della scarpata morfologica ed il Po; in quest'ultima, infatti, si rinvenivano depositi fluviali olocenici, rappresentati da materiali sabbioso-ghiaiosi, a varie granulometrie, alternati a lenti limoso-argillose ed a torbe, denotando le continue variazioni di trasporto e di deposito delle correnti fluviali e l'alternarsi di episodi di piena e di stanca del PO.

Tali sedimenti, accumulatisi nell'alveo inciso nei depositi pleistocenici dal fiume, hanno spessori limitati rispetto ai ben più potenti strati sottostanti.

La ricostruzione stratigrafica di massima del sottosuolo è stata effettuata sulla base di correlazioni tra i pozzi a stratigrafia nota disponibili nella zona e dei dati già presenti in letteratura e, considerata la scarsità di dati sugli strati più profondi, la maggiore attendibilità si ha fino a 30 - 40 metri di profondità.

Sulla base di studi e prove condotti in zona verrà fornita una valutazione indicativa della potenzialità degli acquiferi e un ordine di grandezza dei principali parametri idrogeologici.

CARATTERI STRUTTURALI DELLA FALDA SUPERFICIALE E PARAMETRI IDROGEOLOGICI.

L’acquifero superficiale risulta avere un notevole spessore e caratteri di freaticità, non essendo gli strati argillosi presenti di estensione tale da impedire la comunicazione tra i vari livelli permeabili.

La prima falda si presenta pertanto altamente vulnerabile agli agenti inquinanti eventualmente presenti in superficie, che la possono facilmente contaminare per percolazione.

Fanno eccezione le rare aree che presentano un elevato spessore del suolo agrario o la presenza di livelli superficiali a bassa permeabilità.

Sulla base dei dati raccolti e delle misurazioni effettuate nei pozzi pubblici, e quando accessibili, dei pozzi privati correlati con le locali emergenze della falda (lanche, fosse di cava dismesse), è stato possibile definire l’andamento medio della superficie piezometrica che subisce, in primo luogo, l’influenza dei principali caratteri morfologici ed idrografici del territorio comunale.

La direzione di flusso dominante, comune a tutta la pianura, converge verso l’asse drenante costituito dal Fiume Po, ma, a livello locale, risente del richiamo rappresentato dal vicino alveo del fiume Ticino, che ha inciso nel Livello Principale della Pianura.

Va peraltro segnalato che, constatata la presenza nel sottosuolo di limitate lenti e/o livelli impermeabili, e considerato l’elevato apporto idrico prodotto durante la stagione irrigua dalle perdite della fitta rete di fossi e canali e dalle risaie, si instaurano locali “Falde sospese” che hanno durata stagionale, ma che possono raggiungere quote prossime al piano-campagna (1.5 - 2 metri).

Il livello piezometrico medio nel piano basso si trova da 1,5 a 3 metri, e la direzione di flusso della falda risente del richiamo esercitato sia dall’alveo del Ticino localmente che da quello di Po; anche la disomogeneità dei depositi ivi presenti, con zone ad elevata permeabilità per la presenza di paleoalvei ed altre, dove si depositò materiale di “stanca”, a permeabilità medio-bassa, si ripercuote sull’andamento altimetrico e planimetrico della falda.

Inoltre in quest’area i livelli di falda risentono direttamente delle portate dei due corsi d’acqua i quali, in occasione di piene stagionali significative alimentano la falda, invertendo la direzione di flusso della stessa.

Le escursioni stagionali in entrambi i piani sono strettamente legate, più che agli eventi pluviometrici, all’elevato apporto idrico che si verifica nella stagione irrigua e subiscono oscillazioni anche superiori ai 2 metri.

E' importante sottolineare che tali valori rappresentano indicazioni generali e per avere maggiori dettagli si rimanda a indagini specifiche da eseguirsi puntualmente.

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale sono sintetizzate nella **Tav. 2 (CARTA IDROGEOLOGICA)**.

A fronte di prove specifiche, eseguite da A. Zorzoli in località C.na Magnana e da altri Professionisti nell'area di C.na Mare di Zinasco, è possibile fornire valori significativi dei principali parametri geologici dell'acquifero superficiale della zona:

Permeabilità **K = 0.20- 0.50 x 10⁻² m/sec**

(con K= coeff. di conducibilità idraulica)

Tramissività **T = 0.20 - 0.30 x 10⁻¹ mq/sec**

(prodotto del coeff. K per lo spessore dell'acquifero)

Coefficiente di immagazzinamento S = 0.0045 - 0.012

(Volume d'acqua liberato dall'acquifero nel tempo in seguito ad emungimento)

I dati ottenuti dall'Ass. Irrigua Est Sesia tramite prove di portata eseguite nel Pozzo Comunale di Zinasco danno indicazioni sulle caratteristiche degli acquiferi più profondi:

Q= 0.0269 mc/sec **3.28 x 10⁻² (mq/sec) < T < 3.79 x 10⁻² (mq/sec)**

Per quanto sopra detto riguardo alla formazione di falde sospese nella stagione irrigua, risulta auspicabile una puntuale valutazione della situazione idrogeologica per individuare interferenze eventuali della falda libera con le future costruzioni, soprattutto in caso di approfondimento delle fondazioni e di costruzioni in sotterraneo (che sono comunque sconsigliate nel piano basso).

L'approvvigionamento idrico per uso umano avviene tramite il pozzo acquedottistico comunale di Zerbolò e tramite quello della Frazione Parasacco, che attingono dalle falde artesiane profonde, idoneamente protette da eventuale inquinamento chimico (derivante dai trattamenti in agricoltura) e organico; da tale rischio non sono invece immuni i pozzi privati, meno profondi, pescanti nella falda libera la quale, sia per l'elevata permeabilità dei terreni che per la presenza su tutto il territorio comunale di aree particolarmente vulnerabili (pozze e laghetti di falda, alvei abbandonati ed attuali dei corsi d'acqua, lanche, pozzi perdenti, etc.) risulta facilmente contaminabile.

Sulla base della situazione geologico-strutturale precedentemente descritta (vedi Cap. 3.1.1), si può stabilire una correlazione fra le unità litostratigrafiche identificate, il materasso alluvionale di copertura, la successione villafranchiana, il basamento marino ed il sistema idrogeologico locale.

Dai dati emersi dalle stratigrafie dei pozzi pubblici e dai riscontri litostratigrafici acquisiti in letteratura, emerge che il serbatoio acquifero di maggior importanza è costituito dal materasso alluvionale.

I dati messi a disposizione dall' ASS. IRRIGUA EST SESIA di NOVARA (Le acque sotterranee della pianura irrigua novarese e lomellina) evidenziano indici di permeabilità elevati, $K = 10^{-3}/10^{-4}$ cm/sec. e trasmissività $1,3 \text{ m}^2/\text{sec} < T < 4,9 \text{ m}^2/\text{sec}$.

Le sezioni litostratigrafiche in possesso permettono di poter individuare anche nel limite delle profondità investigate, una serie di sedimenti molto permeabili principalmente costituiti da sabbie a differente granulometria, da medie a grossolane, con soventi intercalazioni sabbioso-ghiaiose e sabbioso-limose, che permettono una notevole ricarica dell'acquifero, oltre al meccanismo di filtrazione strato a strato, anche per mezzo delle piogge e delle irrigazioni.

L'acquifero sottostante è costituito dai sedimenti villafranchiani che pur presentando negli strati più profondi, frequenti livelli argillosi impermeabili, sono sede di falde intercomunicanti che hanno una comune zona di alimentazione nel sovrastante materasso alluvionale.

Accorpendo per tale motivo il materasso alluvionale al villafranchiano, risulta più appropriato considerare un unico acquifero che assume pertanto le caratteristiche di un acquifero multifalda, con la falda superiore libera.

L'acquifero costituito dal materasso alluvionale è di tipo freatico, quello presente negli orizzonti permeabili del Villafranchiano presentano regime artesiano, accentuato dalla profondità.

Parallelamente la geometria di quest'ultimi è fortemente condizionata, nei campi di moto, dalla conformazione delle strutture sepolte mentre la falda freatica mantiene una direzione

di deflusso assimilabile a quella dell'idrografia superficiale, nel caso del territorio di Cilavegna da NNO verso SSE.

Il grado di permeabilità dei sedimenti superficiali permette il rimpinguamento della falda freatica che, sulla base dei dati a disposizione, presenta mediamente un livello di soggiacenza compreso tra - 1 /1,5 metri da piano campagna, nelle aree in cui è sita a minor profondità.

Le massime oscillazioni si rilevano nel periodo di massima colturale a causa dei processi percolativi legati ad una diffusa pratica irrigua, soprattutto risicola.

Si riportano a tale proposito, i dati relativi alle misurazioni freaticometriche effettuati dal Consorzio di irrigazione EST SESIA,



Sondaggio GRAVELLONA	Quota 0
Committente COMUNE DI GRAVELLONA	Perforatore Curli
D.L. Studio Progett. BBP	Località GRAVELLONA L. (VIA AN. SERRAVALLO)
Cantiera R2	Data gennaio 97

quota	perforat. (m)	stratigrafia	descrizione	profondità (m)	descrizione pozzi	Descrizione
5	1020	[Pattern]	terreno coltivo	1.0	-	+1.50 mt. 31.50 tubi chiusi an. Ø29x8
10			sabbia fine grigia	3.0		
15			sabbia mariana con ghiaia e ghiaietto	8.0		
20			sabbia media grigia			
25	-850	[Pattern]	sabbia con ghiaia e ciottoli	23.5	-	30.00 mt. 53.50 tubi chiusi Ø25x6 zincati cementazione
30						
35						
40						
45						
50						
55						
60			sabbia litigiosa con ghiaietto	64.0		
65			argilla scura	65.5		
70			ghiaia e ciottoli con poca sabbia	66.0		
75	argilla cenere	70.0				
80	-650	[Pattern]			-	63.50 mt. 10 filtro
85			sabbia grossa con ghiaietto l. Prava Falda mt. 90	82.0		
90						
95						
100			argilla cenere scura	94.5		
105			sabbia media-fine scura	96.5		
110			torba	103.0		
115			argilla cenere	105.0		
120			sabbia grossa con ghiaietto	109.0		
125			argilla cenere	119.0		
130			-	110.25 mt. 7.50 filtro		
135						
140						
145	sabbia media-grossa	145.5				
150	argilla cenere	151.0				
155						
160						
165	sabbia media/fine grigia	161.0				
170	argilla cenere	170.5				
175					-	146.50 mt. 4 filtro
180	sabbia grossa tracce ghiaietto	178.0				
185	argilla cenere	181.0		150.50 mt. 12 sacca		
190				182.50 chiusura perforo		

FIL

