

P. R. G.

PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI

CERVESINA

STUDIO GEOLOGICO - AMBIENTALE



Dott. Geol. Adriano ZORZOLI - Viale Libertà, 25 - PAVIA

INDICE

1.0 - Premessa.....	pag. 3
2.0 - Metodologia di indagine.....	pag. 4
3.0 - Inquadramento territoriale.....	pag. 5
4.0 - Inquadramento geologico generale e locale... ..	pag. 5
5.0 - Caratteri geomorfologici.....	pag. 8
6.0 - Idrogeologia.....	pag. 10
7.0 - Idrografia superficiale e inondabilità.....	pag. 16
8.0 - Elementi di pedologia.....	pag. 31
9.0 - Cenni di meteorologia e climatologia.....	pag. 34
10.0 - Caratterizzazione geotecnica del territorio.....	pag. 42
11.0 - Analisi stato generale e Classi di fattibilità.....	pag. 49

ALLEGATI E TAVOLE FUORI TESTO

Stratigrafie pozzi e sondaggi utilizzate per la definizione delle successioni
litologiche

ALLEGATI Diagrafie pozzi utilizzate per la definizione dell'idrogeologia profonda

Mappe e sezioni interpretative di permeabilità e piezometria
(ANALISI DI RISCHIO della discarica ECOLOMBARDIA 18)
– ISTITUTO "MARIO NEGRI"-

TAVOLE FUORI TESTO

TAVOLA 1 - Carta Geomorfologica geolitologica con indicazioni geopedologiche

TAVOLA 2 - Carta idrogeologica e della vulnerabilità

TAVOLA 3 - Carta di sintesi e della applicabilità

TAVOLA 4 - Carta di fattibilità geologica

BIBLIOGRAFIA

1.0 - PREMESSA

Il presente Studio, realizzato su incarico del Comune di CERVESINA a supporto della Variante generale al Piano Regolatore vigente, è stato condotto in modo organico e contiene i dati provenienti sia da ricerche di tipo generale, sia da indagini puntuali.

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

Si è operato secondo :

- 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** e successive per la redazione dello Studio geologico ai sensi dell’art. 3 – L.R. 41/97

- 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
- Disposizioni di cui al R.D. 523/1904 sulle acque pubbliche
- Disposizioni di cui al DLgs. 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.

ed utilizzando come supporto la restituzione cartografica del volo realizzato per il Comune di Cervesina dalla Società di riprese aeree S.CA.DI di Milano nell’anno 2001.

2.0 - METODOLOGIA DI INDAGINE

La realizzazione dello Studio è stata preceduta dalla raccolta di un insieme organico di dati e di informazioni sul territorio e dalla analisi dei singoli aspetti tematici individuati nell'area in oggetto, in modo tale da permettere la definizione e la formazione degli **elaborati cartografici di base**, indicati qui di seguito:

1. carta Geo morfologica (con indicazioni sulle formazioni geologiche presenti e sui caratteri geopedologici);

2. carta Idrogeologica (con indicazioni su litologia e permeabilità) e dell'idrografia superficiale;

Le informazioni contenute nelle carte derivano da:

- letture ed interpretazioni effettuate durante rilevamenti di campagna;
- elaborazioni effettuate su dati desunti da fonti informative disponibili quali cartografie, studi e ricerche;
- indagini presso enti ed istituti vari con competenze di interesse territoriale (Provincia, Ersal, Az. Regionale Foreste, Genio Civile, AIES etc.) e presso la popolazione;
- osservazione di foto aeree in bianco e nero :

Lo studio dei vari elaborati, l'analisi dei dati a disposizione e di dati integrativi ha condotto alla successiva realizzazione del seguente elaborato di sintesi:

3. carta di Sintesi e dell'Applicabilità geologica

dal quale si è dedotta la carta finale :

4. carta di Fattibilità geologica

E' stata inoltre realizzata la seguente Relazione illustrativa.

3.0 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale è parte di un vasto ripiano alluvionale a Sud del Po posto nel settore centrale della pianura oltrepadana ed è attraversato dagli assi viari costituiti dalla SP 12 (Pancarana – Cervesina-Corana) e dalla SP 23 (Cervesina – Voghera) che, insieme a una rete di Strade intercomunali, garantiscono i collegamenti con i Comuni limitrofi, le Cascine e le case sparse; risulta inoltre prossimo ai tracciati autostradali A7 (MI-GE) ed A21 (TO-PC).

E' confinante con i Comuni Lomellini di Zinasco e Mezzana Rabattone a Nord del Po e poi con Pancarana, Voghera e Corana, concentra la superficie urbanizzata nell' abitato principale sede della Municipalità oltre che in due frazioni poste una – Buschi - a NE e la seconda – S. Gaudenzio – circa 1.5 Chilometri a SW; considerata inoltre la vocazione agricola della zona, si riscontra la presenza nelle campagne circostanti di aziende agricole e fabbricati rurali.

Il corso del Torrente Staffora, incassato rispetto alle campagne circostanti, percorre il territorio comunale lambendo il centro abitato in sponda orografica destra, con direzione prevalente S-N; e va confluire in Po che transita circa 1600 m a Nord del paese; l'argine maestro, infine taglia in due il territorio separando l'area di golena dai centri abitati e dalle campagne a sud.

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E LOCALE

La porzione di pianura (*“Superficie principale della pianura a sud del Po”*) che comprende il territorio del Comune di Cervesina è costituita da una piana alluvionale la cui genesi è legata alle ultime fasi di deposizione fluviale che hanno determinato la formazione della Pianura Padana.

La stessa si è generata a seguito della progressiva disgregazione delle catene alpina ed appenninica, che la delimitano, e del continuo e costante apporto di materiale alluvionale da parte del Po e dei suoi affluenti.

Le sue origini sono riconducibili al Quaternario antico (Pleistocene inferiore), quando una serie di intense mutazioni climatiche caratterizzata dall'alternarsi di periodi di espansione dei ghiacciai alpini ed appenninici (glaciazioni) a periodi di ritiro degli stessi (intervalli caldi) ha dato luogo ad intensi fenomeni di erosione dei rilievi montuosi.

Il forte e continuo apporto di sedimenti di origine glaciale e fluvioglaciale ha creato, allo sbocco dei principali solchi vallivi, conoidi di deiezione sempre più vaste che, espandendosi nella pianura, sono entrate in contatto tra di loro intersecandosi e sovrapponendosi in un potente strato alluvionale costituito da lenti interdigitate tra di loro, a spessore variabile e con caratteristiche geolitolitologiche (granulometria, permeabilità, etc.) diverse; fiumi, che nei periodi freddi (ere glaciali) avevano soprattutto un ruolo di trasporto e deposizione dei materiali, mentre negli intervalli caldi approfondivano ed ampliavano il loro corso, erodendo le alluvioni precedentemente deposte, ne sono stati i principali artefici.

L'alternarsi di fasi di deposizione ad altre di erosione, in associazione con il susseguirsi delle variazioni climatiche, ha innescato una successione di fenomeni sempre decrescenti che hanno dato luogo ad una pianura caratterizzata da una serie di dislivelli detti terrazzi ed alla creazione di valli fluviali che le divagazioni dei corsi d'acqua hanno progressivamente ampliato.

La più grande di queste, sul fondo della quale si snoda il corso del Fiume Po, costituisce l'asse principale della pianura padana, verso cui confluiscono i vari solchi vallivi creati dagli affluenti alpini ed appenninici.

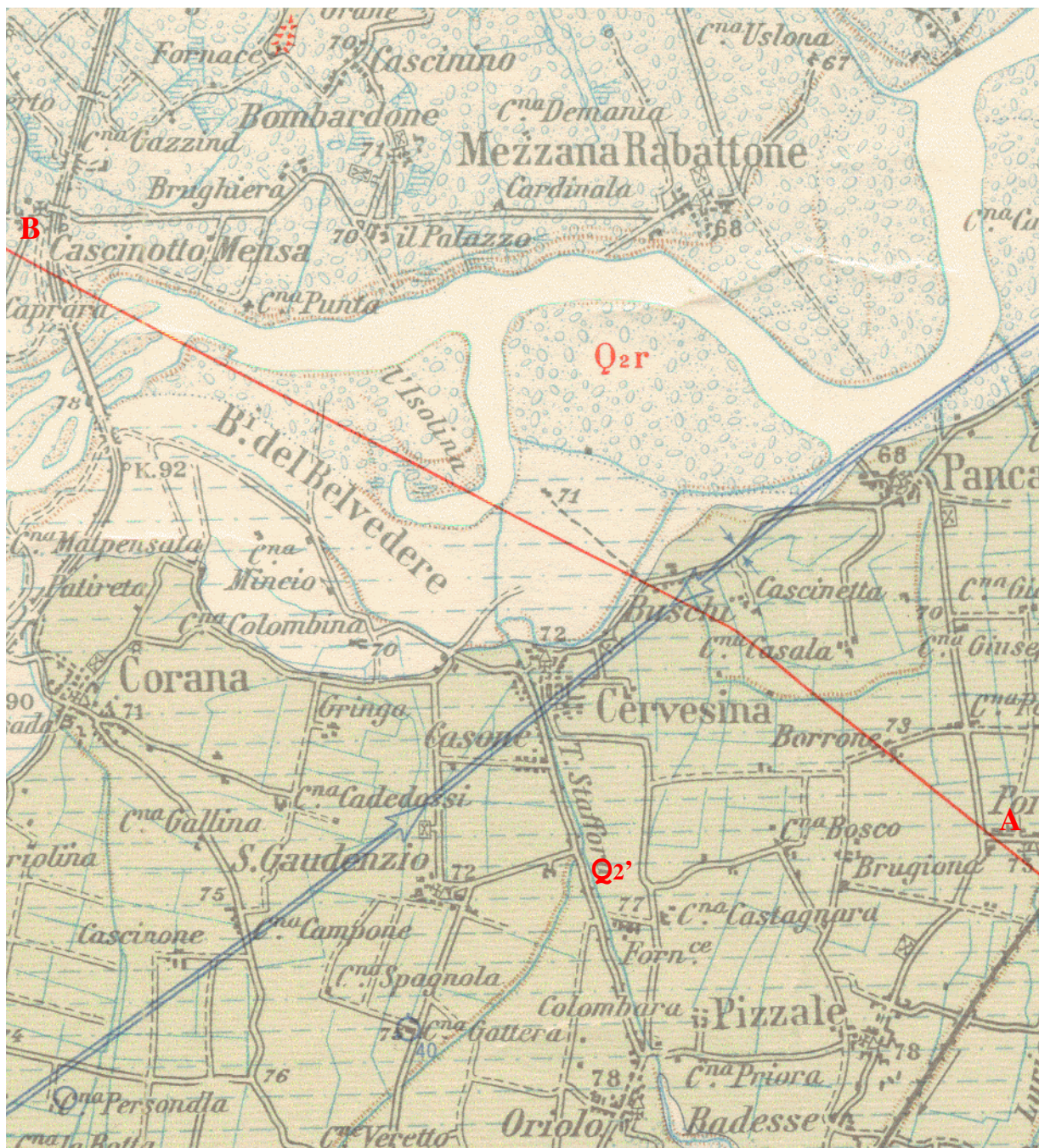
A livello locale è possibile identificare un primo ripiano (il più esteso ed elevato altimetricamente) su cui insistono i centri abitati e la parte centro meridionale del territorio comunale (Q_2'); è costituito da una coltre superficiale di alluvioni prevalentemente limo-argillose, di spessori compresi tra i 4 ed i 12 metri, poggiante su materiali più grossolani (ghiaie e sabbie) e depositate dal Fiume Po e dai suoi affluenti appenninici nel tardo Pleistocene (*Fluviale recente*).

Tale ripiano è delimitato verso Nord dalla ampia fascia di divagazione fluviale del Po, costituita dalle "alluvioni recenti e attuali" – Q_{2r} - (Olocene) , rappresentate prevalentemente da depositi sabbiosi con locale e limitata copertura limosa.

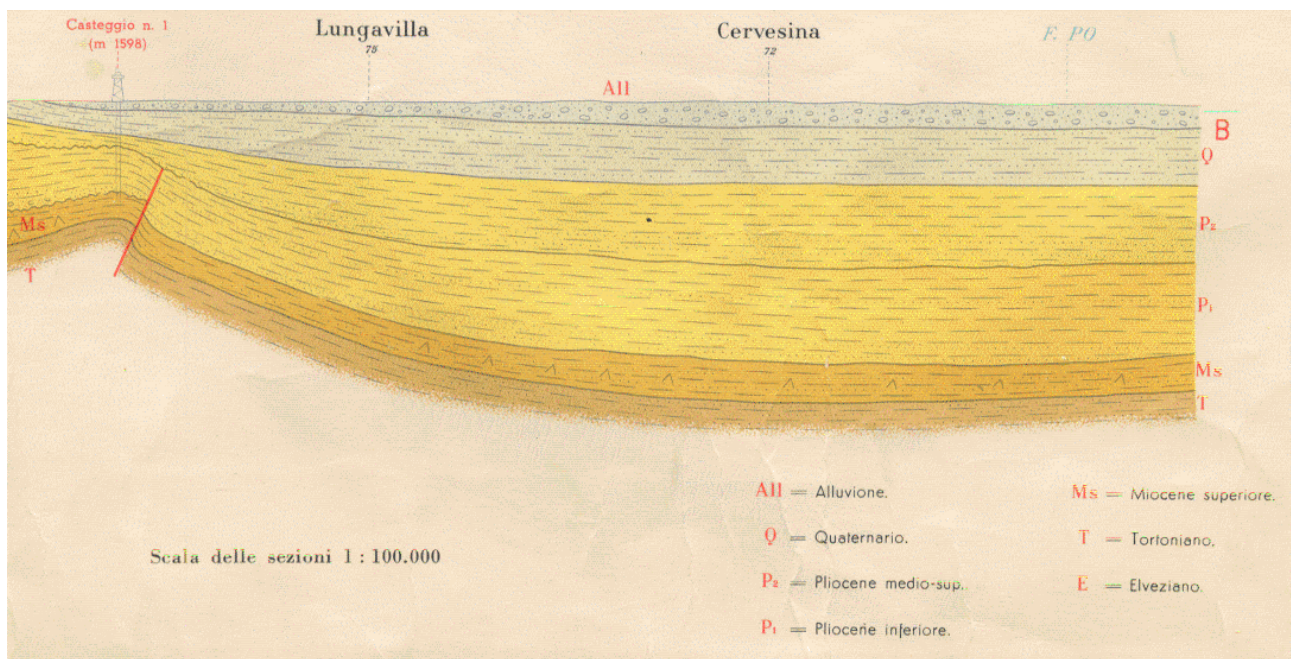
Un ulteriore salto morfologico consente di delineare, all'interno di questa fascia, le alluvioni "attuali" , sabbioso ghiaiose, più prossime all'alveo di piena ordinaria di Po da quelle relativamente più antiche, solo eccezionalmente inondabili, ove si ritrovano depositi di "stanca" (limi, limi sabbiosi) in alternanza a sabbie e ghiaie.

Dalle figure che seguono sono deducibili i lineamenti geologici principali dell'area di studio (Fig. 59 – Carta Geologica d'Italia).

Le formazioni superficiali sopra descritte sono inoltre rappresentate nella **Carta geomorfologica** con indicazioni sulle formazioni geologiche presenti (Tav. I).



Stralcio Carta geologica d'Italia – Fig. 59 (scala 1 : 50.000)



5.0 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area sulla quale si estende il Comune di Cervesina ricade nella fascia di divagazione del F. Po ed è pertanto caratterizzata da tracce evidenti di meandri abbandonati, da lanche, talvolta ancora in comunicazione con l'alveo attivo, e dalla disposizione planimetrica tipicamente arcuata del reticolo idrico minore e delle successive linee di scarpata che richiamano l'andamento di antichi tracciati del Fiume.

La fascia di meandreggiamento è costituita da ripiani alluvionali sub pianeggianti, interrotti da scarpate di erosione fluviale di altezza limitata (1 – 2 metri) che permettono la differenziazione tra diverse unità geo-morfologiche..

Si riconoscono, in successione:

1. i ripiani inferiori golenale, leggermente sopraelevati rispetto all'alveo attivo di Po, e la golenale di Staffora, impostati su depositi alluvionali attuali e recenti (sabbie e ghiaie con limitate intercalazioni limose) e soggetti a esondazione in caso di piene ordinarie;
2. ripiani di poco sopraelevati rispetto ai precedenti, impostati su depositi relativamente antichi costituiti da sabbie e limi sabbiosi, con intercalazioni ghiaiose e inondabili (ove non protetti da arginature) per eventi di piena anche di poco superiori alle normali piene ordinarie;

3. ripiano ulteriormente più elevato impostato su depositi relativamente antichi ed antichi costituiti da limi e limi argillosi con intercalazioni sabbioso ghiaiose che aumentano con la profondità; questa piana, adeguatamente protetta dall'argine maestro di Po, non è inondabile (fatti salvi venti catastrofici che potrebbero localmente compromettere la tenuta dello stesso).

Il territorio, caratterizzato da ripiani sub-pianeggianti ed in parte ondulati separati da scarpate fluviali è stato, per la maggior parte, modificato dall'intensa opera di antropizzazione del paesaggio (pratiche agricole, livellamenti, urbanizzazione).

Una significativa emergenza morfologica è rappresentata anche dal solco di incisione valliva del Torrente Staffora che, nel tratto a monte di Cervesina, ha un andamento marcatamente rettilineo e con scarsi caratteri di naturalità, mentre nella parte terminale del suo corso si allarga dando luogo ad un andamento di tipo meandriforme anche se limitato.

Sono inoltre da rilevare alterazioni morfologiche del territorio dovute all'esercizio dell'attività estrattiva, che viene svolta sia in falda che all'asciutto, nelle alluvioni limoso argillose per la produzione di laterizi e, in area golenale in sedimenti sabbioso ghiaiosi. Alcune cave dimesse sono in parte recuperate da vegetazione spontanea, altre sono state ritombate ed utilizzate come discariche controllate (ECOLOMBARDIA 18), altre infine sono ancora attive.

La attuale situazione estrattiva nel territorio di studio viene rappresentata nelle allegate Tavole di Piano.

6.0 IDROGEOLOGIA

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

Nell'ambito del territorio comunale (e dei comuni limitrofi ricadenti all'interno della "*Superficie principale della pianura a sud del Po*") si trovano depositi continentali quaternari aventi uno spessore medio che va progressivamente assottigliandosi verso Sud, fino ai primi rilievi collinari, dove affiora il substrato marino pliocenico; 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, tranne che nella *Superficie principale della pianura* ove esiste una copertura superficiale impermeabile di spessori compresi tra i 4 ed i 12 metri, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con rari livelli limosi e argillosi mentre i depositi sottostanti sono caratterizzati da potenti bancate limoso-argillose intercalate a livelli non continui di materiale sabbioso e ghiaioso (cfr. sezione idrogeologica a seguire).

Si delinea pertanto una situazione generale che vede, a livello superficiale, una netta divisione del territorio in due fasce, quella delle aree golenale, più a nord, che insiste su depositi olocenici, a permeabilità da media ad elevata, e quella centro meridionale, che comprende anche gli abitati principali, con permeabilità da bassa a nulla fatta eccezione per l'alveo di Staffora e le aree limitate dove interventi estrattivi hanno portato a giorno la sottostante falda.

L'acquifero superficiale risulta in diretta comunicazione con la falda di sub alveo del Po e dello Staffora nelle aree golenale, mentre risulta semiconfinata nella restante superficie comunale.

Le caratteristiche litologiche e la potenza di tale acquifero sono tali da consentire un notevole afflusso di acque superficiali e lungo strato in falda e da determinare una considerevole circolazione idrica sotterranea con direzione prevalente, in accordo con quella dell'idrografia superficiale, verso il Po.

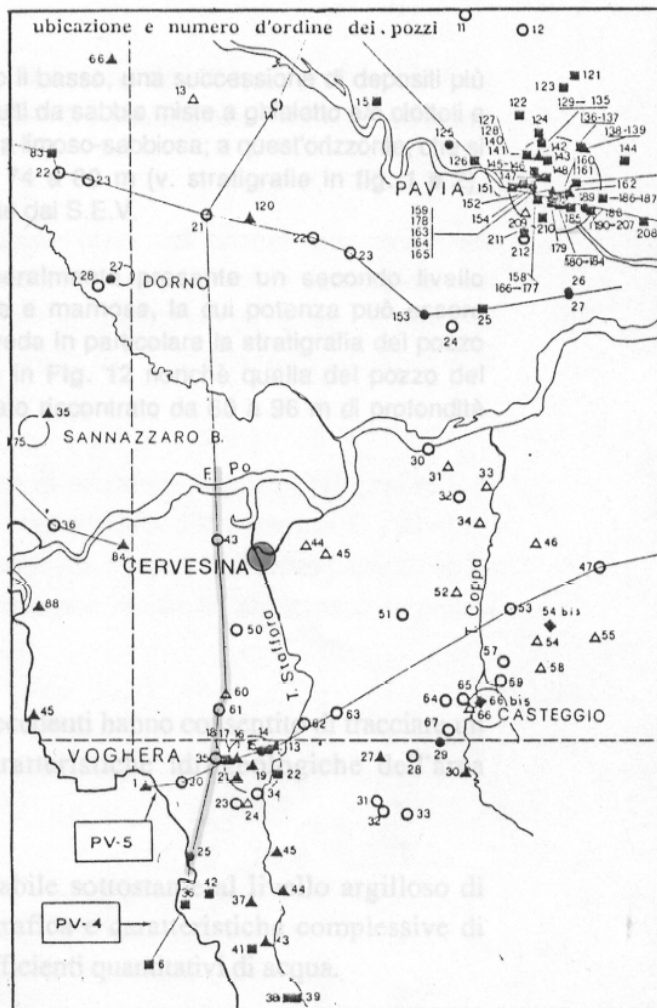
Tratto da : Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 28 (2)

Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di pianura padana compresa nelle provincie di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria.

G. BRAGA*, G. BELLINZONA*, L. BERNARDELLI, R. CASNEDI*, E. CASTOLDI, A. CERRO*, S. COTTA RAMUSINO, R. GIANOTTI*, G. MARCHETTI*, G. F. PELOSO*

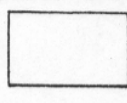
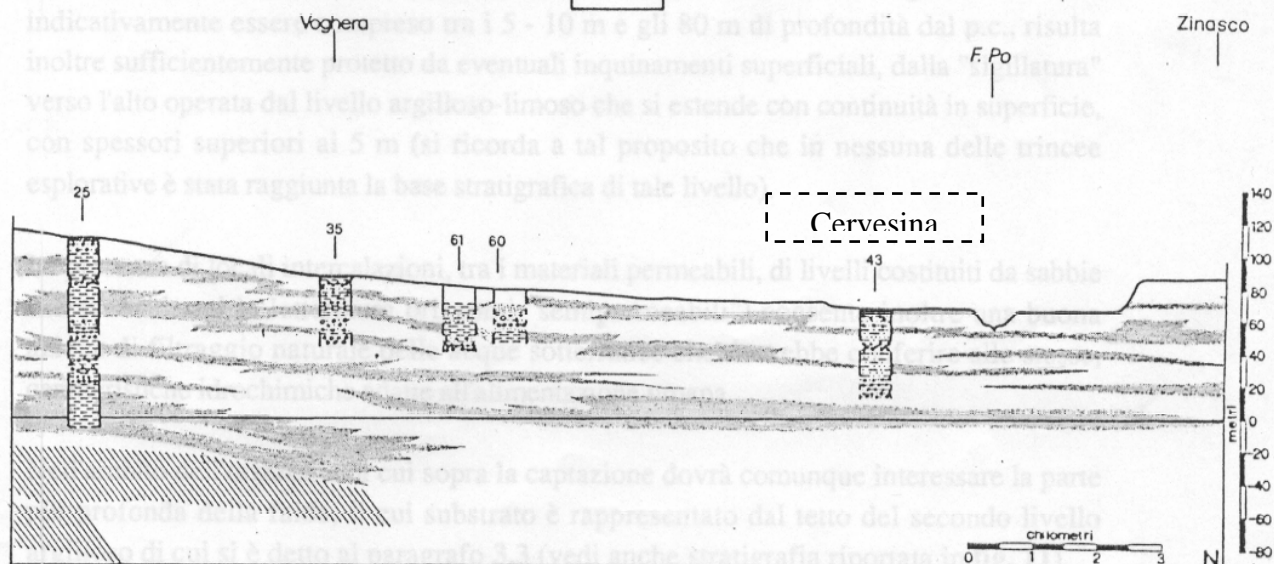
- △ 1
- 2
- ▲ 3
- 4
- 5
- ◆ 6
- 7
- 8
- - - 9

- 1 - pozzi profondi meno di 30 metri;
- 2 - pozzi profondi da 30 a 60 metri;
- 3 - pozzi profondi da 60 a 90 metri;
- 4 - pozzi profondi da 90 a 120 metri;
- 5 - pozzi profondi oltre 120 metri;
- 6 - pozzi per idrocarburi;
- 7 - traccia delle sezioni;
- 8 - confine di provincia;
- 9 - limite dei fogli della carta I.G.M.

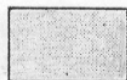


Sezione geoidrologica interpretativa

PV-4



Orizzonti acquiferi (reali e/o potenziali).



Diaframmi impermeabili (« aquitards »).

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.

In particolare si sono considerati:

- 1) le stratigrafie dei principali pozzi ad uso idropotabile terebrati in Cervesina e nei Comuni limitrofi;
- 2) La campagna di indagini per la localizzazione di un nuovo pozzo al servizio del Centro Polifunzionale per Anziani di Cervesina
- 3) Le campagne di indagini geognostiche per la realizzazione della Discarica controllata di II^a Cat. /Tipo B in loc. C.na Gattera – C.na Spagnola – C.na Rigamonti e gli studi successivi di controllo ad avvenuta chiusura della discarica stessa;
- 4) La campagna di sondaggi eseguiti nell'Ambito 126 di Piano Cave il località F. ce S. Antonio
- 5) La campagna di sondaggi effettuata in Loc. C.na Malpensata ai limiti del confine amministrativo tra Cervesina e Corana
- 6) Sopralluoghi e visite in loco effettuati in tempi successivi nelle aree di scavo in falda in loc. C.na Isola e C.na Belvedere.
- 7) Sezione idrogeologica interpretativa tratta da pubblicazione specifica dell'Istituto di Ricerca sulle Acque (1976).

Sulla base dei dati desunti viene fornita una valutazione indicativa della potenzialità degli acquiferi e un ordine di grandezza dei principali parametri idrogeologici.

In Allegato vengono riportati i dati disponibili relativi ad alcuni pozzi e sondaggi,

I litotipi rappresentativi sono suddivisibili secondo il grado di permeabilità in:

- I. terreni permeabili (Sabbie e ghiaie)
- II. terreni semipermeabili (Sabbie limose, sabbie argillose, limi sabbiosi, alternanze di sabbie e limi)
- III. terreni impermeabili (argille, limi argillosi)

Da una analisi dei profili e dei sondaggi è possibile sintetizzare per il territorio di studio la seguente successione stratigrafica di massima:

- a) primo livello superficiale al di sotto del suolo agrario rappresentato da argille limose prevalenti, con locali lenti limose, più fitte alla base dello strato, dove iniziano ad affiorare orizzonti limo-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi a matrice limosa; questo livello, presente nella fascia centro meridionale della superficie comunale, risulta di potenza compresa tra i 4 ed i 10 metri e presenta deboli caratteri di artesianità.
- b) Al letto del primo livello, impermeabile, (e direttamente al di sotto del terreno agrario nella fascia golenale) affiorano sedimenti a granulometria decisamente più grossolana, costituiti da sabbie miste a ghiaietto e/o ciottoli con locali livelli limosi, a permeabilità più bassa, e che si estendono fino ai 70-80 m. da piano campagna (cfr. stratigrafie sondaggi e pozzi profondi)
- c) A profondità superiori si riscontra un banco impermeabile costituito da argille compatte e marnose di potenza indicativa superiore ai 15 metri (16 metri nel pozzo comunale di Cervesina, 30 metri in quello di Silvano Pietra); tale livello è identificato anche nella sezione geologica interpretativa a quote intorno al livello del mare.

6.1 CARATTERI STRUTTURALI DELLA FALDA SUPERFICIALE E PARAMETRI IDROGEOLOGICI.

L'acquifero superficiale, da quanto esposto nel precedente paragrafo, risulta avere un notevole spessore e presenta caratteri differenti tra la fascia di territorio più a nord delle aree di golenale e nei primi terrazzi alluvionali (compresi per gran parte nella fascia esterna all'argine maestro) e quella più interna, impostata sul Piano Generale Terrazzato.

La zona golenale interessa infatti depositi prevalentemente grossolani (sabbie e ghiaie) a permeabilità medio-alta ed è sede di una attiva circolazione idrica sotterranea di carattere prettamente freatico, che risulta in diretta connessione con la falda di subalveo del F.PO.

La vicinanza con l'alveo fluviale e la scarsa elevazione di questi terreni comportano valori di soggiacenza della falda non elevati e compresi mediamente tra i 2 ed 4 metri di profondità, con escursioni anche rilevanti dei livelli piezometrici che risentono direttamente delle variazioni di portata del Fiume stesso.

La fascia di territorio impostata invece sui depositi alluvionali antichi, dove è ubicato anche l'abitato di Cervesina, è caratterizzata invece da livelli di falda più profondi con soggiacenze medie di 7-8 metri; l'acquifero superficiale risulta infatti confinato a tali profondità dalla presenza di una copertura limoso argillosa (impermeabile) che conferisce anche alla falda un certo grado di artesianità; infatti dove viene a mancare tale copertura i livelli piezometrici possono raggiungere i 3 – 4 metri dal piano campagna.

Generalmente tale situazione si verifica nelle fosse di cava ove sia stato asportato il banco di materiale a bassa nulla permeabilità.

Sulla base dei numerosi studi e delle campagne di indagini svolte sul territorio comunale (progettazione di attività estrattive, indagini per nuovi pozzi e, soprattutto, indagini per la realizzazione e poi per i controlli successivi della discarica di ECOLOMBARDIA 18) è stato possibile definire in modo esaustivo i caratteri idrogeologici della falda acquifera principale in territorio comunale.

La direzione di flusso dominante, comune a tutta la pianura, converge verso l'asse drenante costituito dal Fiume Po; nel piano alto si viene pertanto ad avere una soggiacenza media della falda freatica compresa tra 4 e 11 metri (anche in funzione dello spessore della copertura impermeabile, che varia, anche significativamente da zona a zona) .

Le massime escursioni stagionali infine, determinate per il piano alto, risultano quantificabili nell'ordine dei due metri rispetto alle quote medie dei livelli di soggiacenza della falda.

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

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale sono sintetizzate nella **Tav. 2 (Carta idrogeologica)**

Sulla stessa base cartografica sono stati indicati anche i principali pozzi censiti , il livello piezometrico medio della falda ed il senso di deflusso della stessa.

A fronte di prove specifiche eseguite nell'ambito delle indagini e dei controlli effettuati in tempi successivi nell'intorno della discarica di ECOLOMBARDIA 18 è possibile fornire valori significativi dei **principali parametri idrogeologici sia dei litotipi argillo-limosi superficiali che dei sottostanti livelli permeabili sede dell'acquifero superficiale.**

a) Copertura impermeabile

(Analisi effettuate su campioni di terreno prelevati sul fondo delle vecchie fosse di cava da adibire a bacini di stoccaggio dei rifiuti)

Permeabilità **$K = 2,5 \times 10^{-7} - 3,3 \times 10^{-8} \text{ cm/sec}$**

(con K= coeff. di permeabilità)

Materiali classificabili come terre argillose e/o argillo-limose a permeabilità scarsa o nulla

b) Acquifero

(Dati desunti dalle prove di portata e di emungimento forzato effettuate nei pozzi spia dell'impianto ECOLOMBARDIA 18)

Permeabilità **$K = 4 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$**

Trasmissività **$T = 9,3 \times 10^{-3} \text{ mq/sec}$**

Acquifero caratterizzato da elevata conducibilità idraulica.

I valori di permeabilità e trasmissività dedotti dalle indagini di cui sopra possono essere ritenuti validi, in linea di massima, per tutto il territorio comunale anche a fronte dei dati litostratigrafici e della caratterizzazione di suolo e sottosuolo deducibili dalla serie di stratigrafie disponibili per tutta la superficie comunale, che confermano sostanzialmente le stesse tipologie di materiale.

Negli Allegati si fornisce copia delle suddette stratigrafie disponibili.

L'approvvigionamento idrico per uso umano avviene tramite il nuovo pozzo acquedottistico comunale di Cervesina in funzione dal 1984, che raggiunge la profondità di 96 metri; a protezione dell'acquifero (messo in produzione da 42 a 54 metri e da 61 a 77 metri), oltre al banco limoso- argilloso superficiale di circa 8 metri di spessore, è individuabile un altro livello impermeabile dai 29 i 32 metri di profondità costituito da un livello ghiaioso in matrice argillosa (cfr. stratigrafia in Allegati).

7.0 IDROGRAFIA SUPERFICIALE INONDABILITA' DEL TERRITORIO.

Fiume PO (n° 1 elenco Acque Pubbliche)

Generalità

Il Po, l'antico Eridano, nasce a Pian del Re, sul fianco nord del Monviso a 2.022 m.s.l.m. e si dirige verso l'Adriatico snodandosi più o meno lungo il 45° parallelo, quindi con prevalente corso da ovest verso est.

Il suo bacino imbrifero (chiuso a Pontelagoscuro) si estende su una superficie di 70.091 Km², i due terzi dei quali sono costituiti da terreni di collina e montagna.

Dopo la confluenza con il Tanaro riceve il contributo, in Provincia di Pavia, di alcuni affluenti di origine alpina e appenninica, in particolare:

- in sponda orografica sinistra i fiumi Sesia, Ticino, Olona e Lambro nonché i torrenti Agogna e Terdoppio;
- in sponda orografica destra i torrenti Curone, Staffora, Luria, Coppa, Scuropasso, Versa e Bardoneggia.

Il Bacino idrografico sotteso alla sezione del Ponte della Becca, assunta quale sezione rappresentativa di riferimento per le caratteristiche idrologiche del fiume, è pari a 36.770 Km², poco più della metà dell'intera superficie.

A valle di tale stazione il Po si avvicina alle propaggini più settentrionali dell' Appennino, formando all'altezza di Stradella una stretta, procede poi verso Est seguendo un caratteristico percorso a meandri il cui tracciato è, con ogni probabilità, influenzato da fenomeni neotettonici connessi all'alto strutturale di San Colombano.

Tendenza evolutiva

L'aspetto attuale del fiume è fortemente condizionato dagli interventi antropici di difesa spondale e dalle arginature a protezione delle aree soggette ad esondazione.

Tali interventi, iniziati nel secolo scorso e susseguiti con maggiore intensità nel Novecento, hanno progressivamente ridotto le zone alluvionabili e prodotto un'artificiosa canalizzazione dell'asta fluviale.

Alcune modificazioni del tracciato, tra cui il taglio artificiale dei meandri, avevano lo scopo di stabilizzare l'alveo di magra ed assicurare (per attenuare gli effetti delle consistenti derivazioni ad uso industriale e irriguo) un minimo di battente d'acqua.

L'antropizzazione subita dal Po ha innescato, probabilmente a cicli, fenomeni erosivi e deposizionali che hanno determinato, peraltro, il rapido interrimento dei rami secondari e dei sistemi di lanche.

Secondo la classificazione basata sulle forme fluviali il Po risulta avere un alveo a fondo mobile, inciso cioè in sedimenti incoerenti facilmente mobilizzabili a seconda dell'entità della corrente ; in generale forma un unico canale ad alta sinuosità e ad andamento meandriforme caratterizzato (Govi, 1979) da:

- trasporto solido totale basso e granulometria generalmente fine;
- pendenza dell'alveo bassa e processi evolutivi lenti;
- stabilità e sinuosità dell'alveo alta;
- trasporto solido di fondo basso.

Tra gli effetti delle piene prevalgono, sugli alluvionamenti, gli allagamenti.

Per il trasporto torbido i rilievi, risultanti da un periodo di osservazione del Po a Becca di 14 anni (1957 -1970), evidenziano, per un bacino imbrifero utile agli effetti del trasporto solido in sospensione di 30.170 Km², una quantità di particelle trasportate pari a 92 t/Km² (34 m³/Km²) ed una degradazione annua del suolo di 0.034 mm..

Afflussi e deflussi

Dal punto di vista idrologico, lo studio dei bacini idrografici è rivolto a determinare la quantità d'acqua meteorica che si raccoglie nel bacino e la quantità d'acqua che ne esce, come pure i rapporti fra la prima e la seconda (bilancio idrologico).

Per l'intero bacino del Po, chiuso a Pontelagoscuro, l'afflusso medio annuo per il cinquantennio 1918 - 1969, espresso come precipitazione medio annua, corrispondeva a 1.106 mm. e trasformata in volume era pari a 78 miliardi di m³.

I deflussi al mare erano poco meno di due terzi cioè 47 miliardi di m³ (660 mm. di precipitazione) e i restanti 31 miliardi rappresentavano il consumo per l'evaporazione e la vita vegetale.

La differenza tra afflussi e deflussi è la cosiddetta perdita apparente dovuta in gran parte alla evaporazione.

Per la stazione Becca (bacino sotteso 36.770 Km²) la perdita apparente viene evidenziata nella sottostante tabella che riporta per lo stesso periodo di osservazione le medie distribuite mensilmente e il relativo coefficiente di deflusso.

MESI	AFFLUSSO	DEFLUSSO.	PERDITE
COEFF. DEFLUSSO			
	mm.	mm.	mm.
(-)			
Gennaio	50	37	13
0.74			
Febbraio	60	38	22
0.63			
Marzo	69	54	15
0.78			
Aprile	118	58	60
0.49			
Maggio	123	82	41
0.66			
Giugno	107	77	30
0.72			
Luglio	68	42	26
0.62			
Agosto	86	36	50
0.42			
Settembre	100	51	49
0.51			
Ottobre	119	59	60
0.49			
Novembre	139	71	68
0.51			
Dicembre	71	48	23
0.68			
Anno	1110	653	457
0.59			

Portate medie mensili, annue e del quadrimestre critico Giugno Settembre

Vengono riportate nella sottostante tabella la disponibilità idrica (deflussi) del fiume all'idrometro della Becca per il periodo di osservazione 1948 - 1970.

Portate	Gen	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug	Ago	Sett	Ott.	Nov.	Dic.	Giu./ Sett.	A
m³/sec	506	568	743	828	1130	1080	583	497	718	815	1010	653	719	760
l/sec * Km²	13.8	15.5	20.2	22.6	30.7	29.4	15.9	13.6	19.6	22.2	27.5	17.8	19.6	20.7

Le portate sono espresse in m³/sec. e in l/sec per Km² (queste ultime intese come portate per l'area del bacino sottesa alla stazione).

In merito agli elementi idrologici caratteristici di questi eventi alluvionali la tabella che segue riporta, per la stazione Becca, le portate al colmo delle massime piene e le relative altezze idrometriche

Anno	Mese	Altezze idrometri che (m.)	Quote relative a zero idrometrico (m.s.l.m.)	Portata al colmo di piena (m ³ /sec)	Portata inizio piena (m ³ /sec)	Incremento di portata (m ³ /sec)
1907	Novembre	7.56	55.10	10.100	854	9.246
1914	Giugno	6.86	55.10	-	-	-
1917	Giugno	7.56	55.10	10.100	557	9.543
1926	Maggio	7.88	55.10	11.700	995	10.705
1926	Novembre	6.52	55.10	6.500	-	-
1928	Novembre	6.34	55.10	7.100	480	6.620
1937	Novembre	5.88	55.10	6.000	-	-
1949	Maggio	5.96	55.10	6.280	-	-
1951	Novembre	7.85	55.10	11.250	645	10.650
1953	Novembre	4.75	55.10	4.180	-	-
1957	Giugno	5.90	55.10	5.850	-	-
1959	Dicembre	5.64	55.12	5.350	-	-
1966	Novembre	3.64	55.12	3.260	-	-
1968	Novembre	5.67	55.12	9.060*	-	-
1976	Novembre	6.05	55.12	7.000	-	-
1994	Novembre	7.65	55.12	11.300	-	-
2000 (1)	Ottobre	7.84	55.12	-	-	-

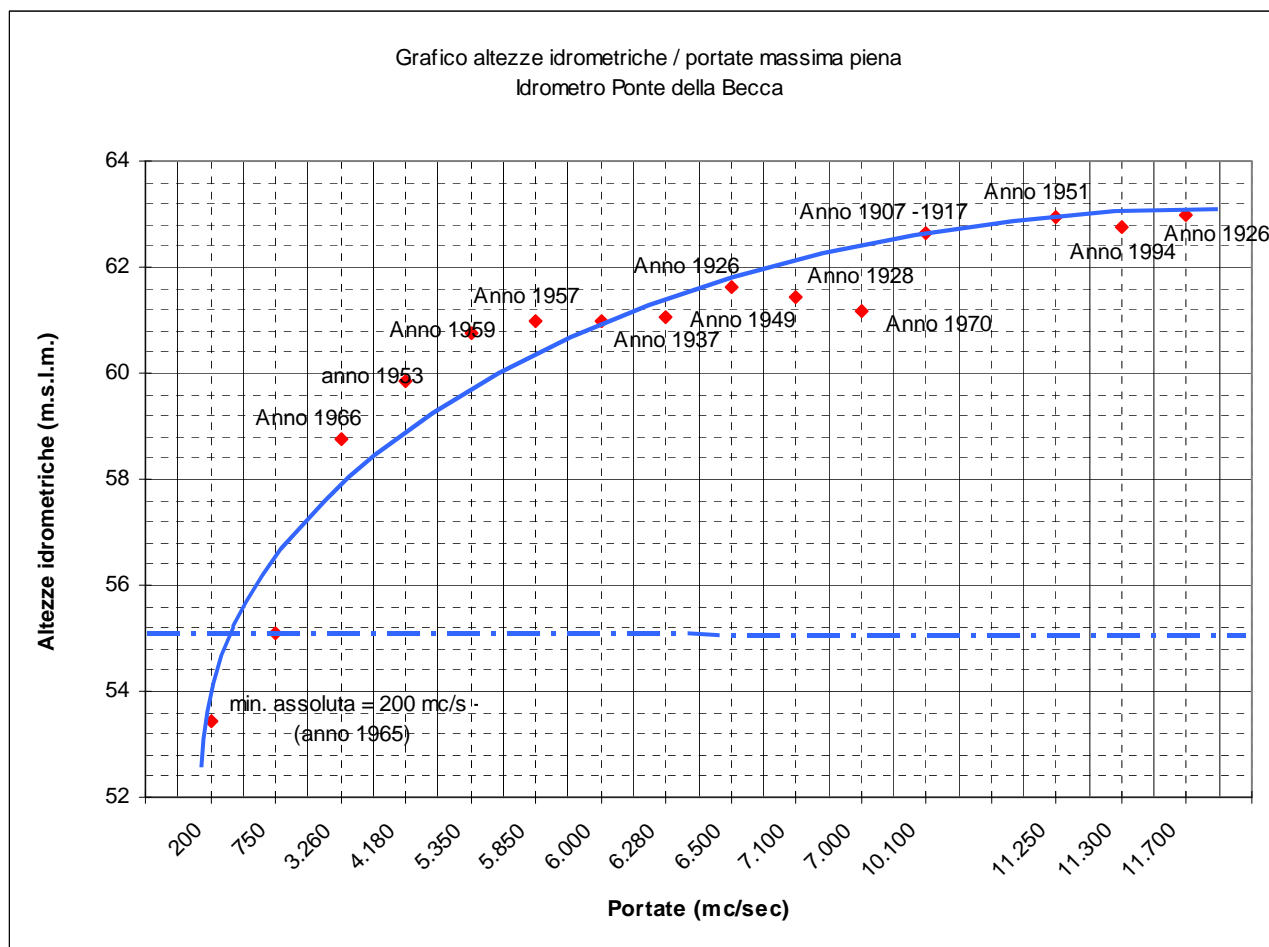
Note: (*Dato anomalo, probabilmente non corretto, se rapportato alle altre portate e altezze idrometriche).

(1) L'inizio del nuovo millennio è contrassegnato da un nuovo evento alluvionale, proprio nel momento in cui si venivano ad elaborare i dati idrografici riportati nel testo. La piena del Po verificatasi nel mese d'Ottobre a causa delle abbondanti precipitazioni, protrattesi per una settimana nel Piemonte e in Val d'Aosta, ha raggiunto la massima portata al Ponte della Becca alle nove del mattino del giorno 18, raggiungendo un'altezza pari a 7.84 metri sopra lo zero idrometrico, valore prossimo alla grande piena del 1951 (7.85).

Dai valori tabellari è possibile, indicativamente, ricostruire il diagramma relativo alla curva di deflusso, portata/altezza idrometrica, del fiume Po alla stazione della Becca, dal quale s'individuano le quote, sul livello del mare, raggiunte dalle singole piene.

La curva, di natura parabolica, permetterebbe di individuare per ogni livello di piena la relativa portata ; così, ad esempio, per la piena del 1914, per la quale si dispone solo del livello idrometrico, il volume d'acqua al colmo sarebbe stato, approssimativamente, di $7.700 \text{ m}^3/\text{sec}.$

Sempre dal grafico a seguire è possibile rilevare che la maggior concentrazione delle piene si è attestata attorno a portate comprese tra $5.350 \div 7.100 \text{ m}^3/\text{sec}.$



Portate massime e portate minime (medie giornaliere) alla stazione Becca
(periodo di osservazione 1948 -1970)

Portate m ³ /sec	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	Anno
Max Giornaliero	2.240	2.780	3.490	4.290	6.040	6.450	1.880	3.040	5.090	4.980	10.500	5.200	10.500
Min Giornaliero	262	244	236	127	111	235	154	158	215	251	262	180	111

Medie quinquennali delle altezze idrometriche massime medie e minime annuali (per. 1851 - 1975, alla stazione Becca)

Periodo di osservazione	Altezze idrometriche (cm.)		
	Massima	Minima	Media
1851 - 1855	523	-62	118
1856 - 1860	534	-40	109
1861 - 1865	530	-20	125
1866 - 1870	449	-20	139
1871 - 1875	483	-11	133
1876 - 1880	516	-55	107
1881 - 1885	498	-43	105
1886 - 1890	564	-7	156
1891 - 1895	539	-11	118
1898 -1900	600	27	165
1901 - 1905	581	34	180
1906 - 1910	564	29	166
1911 - 1915	557	24	153
1916 - 1920	537	1	132
1921 - 1925	446	-56	63
1926 -1930	492	-12	108
1931 - 1935	449	-33	94
1936 - 1940	490	-55	98
1941 - 1945	479	-53	61
1946 - 1950	497	-65	58
1951 - 1955	458	-83	41
1956 - 1960	515	-96	61
1961 - 1965	459	-134	-7
1966 - 1970	416	-132	-26
1971 - 1975	401	-174	-37

L'andamento delle altezze idrometriche minime denuncia un abbassamento del fondo dell'alveo che alla Becca sembra evidenziarsi già a partire dagli anni Trenta.

Note storiche

La presenza del Fiume Po ai suoi confini settentrionali e, in subordine, del suo affluente Torrente Staffora, ha fortemente condizionato, nel corso dei secoli, l'assetto territoriale del Comune di Cervesina e, ovviamente degli altri Comuni rivieraschi.

Anticamente il Po era particolarmente sinuoso e gli agglomerati urbani a valle erano circondati dai vari rami del Fiume, che scorreva in un alveo più elevato rispetto all'attuale ed il cui corso era soggetto a continui cambiamenti dopo ogni grossa piena.

Si ha notizia dei primi lavori per porre qualche rimedio ai danni ed ai disastri che tali piene arrecavano da periodi successivi al 1400; i primi dati risalgono infatti al 1492 quando fu avviata una grandiosa opera di rettifica del Fiume da parte del Signore di Branduzzo, Bergonzo Botta; in quell'epoca un ramo del Po scorreva da ponente a levante nei territori di Zinasco, Sairano, Travedo e S.Fedele, quindi con un'ampia curva, passava nei territori di Sommo per poi dirigersi in quelli di Pancarana e di Bastida, in quelli di Branduzzo e Castelletto, ed infine, ripiegando verso levante passava tra Gerrechiozzo e Rea.

Con questo tortuoso corso minacciava sempre maggiori danni non solo ai luoghi summenzionati, ma anche a Pavia stessa per cui furono scavati tre canali di rettifica dell'alveo denominati "Rotto di S.Bartolomeo" della "Bastida" e di "Rea"; col passare degli anni, a seguito delle piene e degli straripamenti successivi la forza devastatrice del Fiume ne ha cancellato ogni testimonianza.

In tempi successivi (1738) il Po abbandonò il canale che passava vicino a Sairano e Sommo per spostarsi verso Bastida e nel 1752 venne emesso un decreto per la realizzazione di un argine sulla riva sinistra in corrispondenza della valle del Terdoppio.

Nel 1805, a seguito della correzione di alveo in territorio di Pieve Albignola e della susseguente piena del 1808, un lembo di territorio che comprendeva il Cascinotto Mensa passò dalla sponda destra a quella sinistra.

Nel 1824 - 25 per salvaguardare gli abitati di Zinasco Vecchio, allora ubicato nel piano basso, e di Mezzana Rabattone, veniva modificato il corso del Fiume, con conseguente passaggio anche di quelle terre dalla riva destra alla sinistra.

Per ovviare all'incombente pericolo di distruzione dell'abitato di Bastida da parte di un'ansa del Fiume che si estendeva progressivamente verso il paese, furono realizzati , nel 1854, lavori di taglio del meandro mediante un canale che, partendo da ovest del Torrente Terdoppio ed attraversandone un tratto verso la foce, doveva riallacciarsi al Po

a valle di Bastida: purtroppo la piena dell'anno dopo e poi quella del 1857, distrussero il canale e le relative arginelle di sostegno.

Altri lavori di arginatura e rettifica interessavano, nel 1867, i comuni di Sommo, Cava e Bressana; conseguentemente a ciò le cascine Isolone, S. Antonio e Ca' Matta, si vennero a trovare sulla sponda sinistra, rimanendo però in comune di Bastida (in tempi successivi Ca' Matta e Isolone verranno distrutte dalle acque).

Nel 1876 venivano erogati finanziamenti per rinforzare tutti gli argini della zona , mentre, nel 1927 (molti anni dopo rispetto a quella in sponda sinistra) viene completata l'arginatura definitiva anche sulla riva destra, da Pancarana a Bressana.

Principali eventi di piena

Nel corso dei millenni numerose testimonianze hanno riferito delle disastrose piene del fiume Po; le prime notizie sono di epoca romana come narrano Cluverio Filippo (piena 108 A.C.) e Virgilio nelle Georgiche.

Successivamente a tale a tale epoca sono sempre più frequenti le segnalazioni (589, 702, e 1150 D. C.) di piene che hanno interessato il bacino idrografico, in particolare gli storici ricordano ancora:

- n. 8 piene nel XIV secolo;
- n. 9 piene nel XV secolo, delle quali quella del 1493 è menzionata dall'Ariosto;
- n. 22 piene nel XVI secolo, 14 nel XVII e 9 nel XVIII secolo.

Sembra che quella del 1705 fosse la più terribile di ogni altra storicamente conosciuta per i danni arrecati e la sua estensione che coinvolse territori dal piacentino, al cremonese, mantovano, ferrarese e veneto.

Nel XIX secolo sono documentate diciannove piene di cui sei, negli anni 1801, 1839, 1846, 1857 (altezza idrometrica alla Becca 7.84 m.), 1868 e 1872 (altezza idrometrica alla Becca 7.81 m.), sono le più gravi.

Del XX secolo le più importanti alluvioni da segnalare attengono agli anni 1907, 1914, nonché due piene del 1926 e successivamente quelle del 1928, 1937, 1945, 1949, 1951, 1953, 1957, 1959, 1966, 1968, 1976 e le ultime del 1994 e del nuovo secolo (2000-2002)

Viene in prima istanza riportato un elenco delle principali piene (alcune delle quali già menzionate nel precedente capitolo) di cui si ha notizia ,per un arco di tempo compreso tra il 1152 e la fine del '700 :

1280, 1294, 1351, 1386, 1394, 1454, 1467, 1470, 1474, 1524, 1538, 1564, 1600, 1685, 1702, 1705 (che portò via una parte di Sannazzaro de' Burgondi), 1755, 1758, 1765, 1777, 1791.

Ad iniziare dal XIX^ secolo si hanno notizie più complete e certe che vengono riportate qui di seguito:

Novembre 1801

Dati idrometrici F. Po

Mezzana Corti: colmo a m 5.95 s.z.i. il 12 Nov.

Il livello della piena veniva misurato inserendo dei paletti nel terreno per le letture delle massime piene, non essendo ancora installata una colonna graduata (impiantata nel 1910); si presume che sia stato riportato a posteriori ed è riferito al “ponte di barche di Mezzana Corte”.

Becca: colmo a m 6.31 s.z.i. il 12 Nov.

Anche in questa località l'idrometro iniziò a funzionare regolarmente solo nel 1849 ed il dato è riferito al “porto Becca-traghetto”.

Danni centri abitati

Questa piena viene collocata tra quelle di media intensità, purtuttavia causò danni ingenti, tali da farla ricordare per tutto il secolo.

Settembre 1810

Dati idrometrici F.Ticino

Ponte coperto : colmo m 4.40 s.z.i. il 17 Set.

Danni : tracimazione e rottura argini a Frascarolo che provocarono l'inondazione dei territori fino a Pieve del Cairo

Maggio 1827

Non sono disponibili dati idrografici

Ottobre 1839

Dati idrometrici F.Po

Mezzana Corti: m 6.78 s.z.i. il 18 Ott.

Becca : m 6.60 s.z.i. il 18/10

Viene ricordata come come “piena storica”.

Novembre 1840

Dati idrometrici F.Po

Mezzana C. : m 6.48 s.z.i il 5 Nov.

Becca: m 6.30 s.z.i. il 6 Nov.

Danni : fu allagato l'abitato di Cambiò, con notevole erosione di terreni.

Maggio 1846

Dati idrometrici F.PO

Mezzana C. : > 6.78 s.z.i. (Piena del 1839)

Ottobre 1846

Dati idrometrici F.Po

Becca: m 7.00 s.z.i. il 18 Ott.

Danni: in sinistra Po fu gravemente danneggiata l'arginatura del comprensorio del Canal Morto

Ottobre 1855

Dati idrometrici F.PO

Becca: m 6.85 s.z.i. il 30 Ott.

Danni: rottura argini Canal Morto, danni consistenti alle Frazioni Valbona e Colonne

Ottobre 1857 (Piena catastrofica - il Po superò le altezze di piena registrate fino ad allora)

Dati idrometrici F.Po

Valenza: m 6.74 s.z.i. il 5 Ott.

Mezzana C. : m 7.14 s.z.i.

Rea : m 7.14

Gerrechiozzo: m 7.14

Malpaga: m 7.70
Tombone: m 7.70
Becca: m 7.84

Ottobre 1868

Dati idrometrici F. Po
Mezzana C. : m 6.25 s.z.i. il 5 Ott.
Becca: 7.02 s.z.i

Ottobre 1872

Dati idrometrici F. Po
Mezzana C. : m 6.68 s.z.i. il 19 Ott.
Becca: m 70.1 s.z.i.

Maggio 1879

Dati idrometrici F.Po
Mezzana C.: m 6.46 s.z.i. il 30 Maggio
Corana: m 6.46 s.z.i.
Becca: m 6.81 s.z.i.

Novembre 1886

Dati idrometrici F. Po
Mezzana C.: 6.55 s.z.i. il 12 Nov.
Becca: m 6.98 s.z.i.

Danni: pur trattandosi di un evento di piena molto significativo non si ebbero danni rilevanti; ciò è dovuto alle sostanziali migliorie agli argini apportate in quegli anni.

A partire dai primi del '900 si ha un archivio ufficiale con dati relativi alle misure idrometriche nei vari punti di misura in territorio pavese (fino al ponte della Becca)

Ottobre 1901

Dati idrometrici F.Po
Corana: Colmo m 7.31 s.z.i. il 5 Ott:

Mezzana C.: m 6.28 s.z.i.

Becca: m 7.16 s.z.i.

Non si verificarono danni alle arginature; allagamento delle aree golenali.

Ottobre 1907

Dati idrometrici F.Po

Mezzana C.: m 6.56 s.z.i. il 27 Ott.

Becca: m 7.56 s.z.i.

Novembre 1914

Dati idrometrici F.Po

Pieve del Cairo: m. 7.21 s.z.i. il 31 Ott.

Mezzana C.: m 6.46 s.z.i. il 1 Nov.

Becca: m 6.94 s.z.i.

Si ruppero gli argini in più punti nei comuni di Sannazzaro e Pieve del Cairo; fu allagato il territorio di questi Comuni e di Mezzana Bigli, Cervesina, Pancarana.

Maggio 1917

Dati idrografici F.Po

Mezzana Corti: m 6.80 s.z.i. il 30 Maggio

Rea: m 6.54 s.z.i.

Becca: m 7.56 s.z.i. il 31 Maggio

Maggio 1926

Dati idrografici del F.Po

Mezzana C.: m 7.26 s.z.i. il 17 Maggio

Rea: m 6.28 s.z.i.

Becca: m 7.88 s.z.i. il 18 Maggio

Danni: furono allagati i territori di Pieve del Cairo, Mezzana Bigli , Balossa e la parte bassa di Sannazzaro.

Ci fu la rottura dell'argine a valle di Mezzana Rabattone

Novembre 1951

Dati idrometrici F.Po

Mezzana C. m 7.02 s.z.i. il 12 Nov.

Rea: m 7.12 s.z.i.

Becca: m 7.85 s.z.i.

Nonostante l'eccezionale evento di piena , gli argini rinforzati dopo la piena del '26 tennero,

Novembre 1968

Dati idrometrici F.Po

Ponte Gerola: m 4.48 s.z.i il 5 Nov.

Mezzana C.: m 6.70 s.z.i

Becca: m 7.00 s.z.i.

Successivamente al 1968 gli eventi di piena straordinaria furono molto meno frequenti e vanno ricordate solo quelle del 1977 e del 1993 (che però non provocarono danni agli argini o agli abitati) fino al Novembre 1994, quando si è avuta una piena di portata storica che ha provocato danni gravissimi soprattutto nel bacino del Tanaro, a monte, ed, in provincia di Pavia, ha rotto gli argini in diversi comuni rivieraschi di sponda sinistra.

Sulla base degli eventi catastrofici storici sopra descritti **l'Autorità di Bacino del Fiume Po**, ha deliberato la realizzazione del **“Piano Stralcio delle Fasce fluviali”**, al fine di poter operare una corretta gestione del territorio compreso all'interno del bacino idrografico del Po e dei suoi affluenti.

A seguito dell'evento alluvionale del 6 Novembre 1994 è stata compiuta una ricognizione puntuale dei problemi complessivi inerenti la difesa del suolo e l'assetto idrogeologico del bacino, al fine di individuare gli interventi da realizzare nel breve medio periodo.

Sulla base dei dati sono state individuate tre fasce così denominate:

1. **Fascia A** - porzione dell'alveo che è sede di deflusso in caso di piena ordinaria
2. **Fascia B** - area di esondazione protetta da opere di difesa
3. **Fascia C** - area di inondazione per piena catastrofica

(perimetrazioni aggiornati con gli eventi degli ultimi anni)

Questo tipo di suddivisione è stato riportato nella stesura della **Tav. 3 (Carta di sintesi)**

Nella fascia interessata dalle piene ordinarie sono compresi i primi ripiani delle alluvioni medio-recenti che, poco elevati rispetto all'alveo attivo di Po, costituiscono le zone golenali indifese e possono essere allagati anche stagionalmente.

La fascia B è compresa tra l'argine maestro e la precedente zona e per questa i rischi di allagamento possono ripetersi con intervalli tra i 5 ed i 10 anni.

Tutta la restante parte del territorio comunale è protetta dall'argine maestro di Po

Altri corsi d'acqua presenti sul territorio comunale

Torrente Staffora (n° 63 elenco Acque Pubbliche)

Presenta un bacino imbrifero di 278, 8 Km² ed ha origine in comune di S. Margherita Staffora per confluire, dopo circa 58 Km, in Po nel Comune di Cervesina.

Viene classificato (secondo l'ordine gerarchico dei corsi d'acqua proposto da A.H.Strahler) come corso d'acqua di II^a categoria e viene compreso tra i torrenti dell'Alto Appennino con regime fortemente torrentizio e trasporto solido di medie dimensioni e nel suo tratto terminale, prima di sfociare nel Po presenta un alveo inciso di alcuni metri rispetto al territorio circostante.

Sono documentati storicamente, a partire dal 1850, episodi di piena (generalmente collegati con le piene di Po) che hanno interessato diverse zone del territorio comunale, in particolare l'abitato di Cervesina, la frazione di S. Gaudenzio e le strade Cervesina - Pancarana e Cervesina – Voghera che hanno reso necessari interventi di sistemazione e adeguamento dell'alveo, l'ultimo dei quali nel settembre '89.

Roggia dei Molini o Cavo Lagozzo (n° 100 elenco Acque Pubbliche)

E' una roggia che ha origine in Comune di Voghera, attraversando poi la parte sud – orientale del territorio di Cervesina ed immettendosi nel Torrente Staffora ad Est della Frazione S. Gaudenzio.

Roggino di Corana

Transita per circa un chilometro nella parte nord occidentale del territorio comunale, attraversando l'argine 8 (ove esiste apposita chiavica) a nord di C.na Colombina.

Roggia di S. Gaudenzio

Nasce dalla Roggia dei Molini, a sud di C.na Gattera, transita per la Frazione di S. Gaudenzio e confluisce in Staffora in prossimità del ponte sul torrente stesso, presso il centro abitato di Cervesina.

Fosso La Divisa

Transita al confine col Comune di Corana e va ad immettersi in riva sinistra di Staffora poco dopo aver attraversato l'argine maestro.

8.0 ELEMENTI DI PEDOLOGIA

Anche dal punto di vista pedologico il territorio di studio, facendo riferimento alle unità geolitologiche e morfologiche presenti, può essere suddiviso in due parti distinte, una coincidente con le aree golenale la seconda col ripiano alluvionale su cui insiste l'abitato di Cervesina.

Si possono pertanto diversificare le seguenti zone:

Q2R - Alluvioni del Po - Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi della valle del Po e dell'alveo di Staffora

Vi si trova praticamente un unico insediamento abitativo costituito da C.na Isola posto a quote poco più elevate rispetto alla campagna circostante.

La piana è caratterizzata da una complessa morfologia sepolta, con paleomeandri e lanche residue, a testimonianza delle divagazioni del Po, che gli interventi antropici hanno in parte alterato e nascosto.

Si riscontra, per buona parte dell'anno, la presenza della falda a debole profondità, in particolare in quelle aree interessate da alvei sepolti.

In questo caso si hanno suoli di tipo idromorfo, , che comprende i gruppi che individuano i **suoli bruni liscivati ed i suoli alluvionali ghiaiosi** generalmente con tassi di saturazione maggiori del 35% (Classe VII di Capacità Produttiva)

A questi si associano suoli più evoluti che rappresentano il prodotto della alterazione subita dai materiali originari; localmente, ove esistono depressioni morfologiche assimilabili a meandri abbandonati (lanche), sul cui fondo affiora più o meno stabilmente la falda, si possono trovare suoli con elevate percentuali (75%) di materiale organico decomposto (Classe IV di Capacità Produttiva).

Tutte queste associazioni richiedono una sistemazione idraulico-agraria per favorire un rapido drenaggio delle acque ed un trattamento chimico adeguato per ottenere raccolti soddisfacenti; l'intervento dell'uomo, che ha realizzato arginature contro le periodiche inondazioni, ed ha migliorato nel corso degli anni le caratteristiche chimico-fisiche con dissodamento, aratura, fresatura, concimazione, etc. le ha rese compatibili con ogni tipo di coltura.

Dal punto di vista vegetazionale dominano le associazioni di salici e pioppi selvatici e l'impiantagione di pioppi bianchi, proprie delle aree golenali.

Nei suoli più evoluti sono possibili altre coltivazioni tipo frumento , mais da insilaggio, erba medica.

Q2' - Rappresenta il margine settentrionale del livello fondamentale della Pianura padana a sud del Po, su cui si estende gran parte del territorio comunale con l'abitato di Cervesina e le frazioni S. Gaudenzio e Buschi.

Vi si trovano suoli con un profilo tipico A - C impostati su materiali prevalentemente limosi e limo-argillosi con un grado di saturazione spesso superiore al 35 %; sono abbastanza ricchi in sostanza organica e dal punto di vista agronomico presentano scarse limitazioni d'uso.

Sono generalmente suoli di buona produttività e adatti a pratiche agricole di tipo intensivo; sono lavorabili senza particolari problemi e necessitano delle normali pratiche colturali.

Su questi terreni sono presenti la frutticoltura e l'orticoltura (cipolla, patata, etc.), oltre che il seminativo e le colture foraggere; privilegiata è la produzione di barbabietole (500 q/ ha).

8.1 CAPACITA' PRODUTTIVA

Sulla base di una classificazione riconosciuta a livello internazionale è stata valutata la capacità delle varie unità pedologiche; essa esprime la potenzialità intrinseca dei suoli in funzione di un loro sfruttamento in agricoltura.

La "Land capability classification" del U.S. Department of Agriculture considera una serie di parametri, tra cui la morfologia, la posizione geografica, le varie caratteristiche fisiche e geochimiche dei terreni ed in base a questi li suddivide in una serie di classi, da I[^] a VIII[^], rappresentative delle varie capacità d'uso.

All'interno del territorio in esame sono stati individuati terreni rispettivamente appartenenti alle seguenti tre classi (delle otto classi complessive):

Suoli di classe II[^]- III[^] Sono identificabili con suoli che si generano in aree a pendenza debole o nulla, scarsamente soggetti a fenomeni di erosione da parte degli agenti atmosferici (vento, acque di ruscellamento superficiale e meteoriche) e presentano uno spessore medio.

Presentano uno scheletro medio costituito da orizzonti con lenti limose e argillose e necessitano di ammendanti chimici ed organici al fine di migliorarne le caratteristiche agronomiche (**Potenzialità da buona a moderata**).

Suoli di classe IV Sono suoli che si trovano a valle del terrazzo principale, nelle zone di antica divagazione fluviale dei corsi d'acqua che hanno inciso la superficie principale della Pianura Padana.

Sono suoli caratterizzati da uno spessore che raramente supera i 30 centimetri, e con drenaggio lento sia per l'impasto (sabbioso-limoso) che per locale emergenza di falda. Restringono le scelte colturali e necessitano di interventi antropici per migliorarne la lavorabilità, oltre che di ammendanti chimici (Discreta potenzialità).

Suoli di classe VII Sono suoli che si insediano sulle alluvioni fluviali fresche nelle aree di pertinenza fluviale (area golenale) di corsi d'acqua con elevato trasporto solido.

La fertilità di questi suoli è fortemente condizionata dalla granulometria e dalle condizioni di drenaggio interno; presentano grosse limitazioni e, solo dove la gola è stata sottratta al fiume, si possono effettuare impiantagioni a pioppo o una coltura a mais, con evidenti difficoltà per la pratiche agricole (Scarsa potenzialità).

9.0 CENNI DI METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

Per la determinazione delle condizioni climatiche al contorno della zona di studio sono stati raccolti ed esaminati i dati meteorologici provenienti da stazioni di rilevamento situate in ambito provinciale.

Le vicende meteorologiche del territorio in esame, come gran parte della pianura lombarda, siano caratterizzate da una certa continentalità con condizioni prevalenti di alta pressione (anticicloniche) nel periodo estivo ed in quello invernale, ma con differenti modalità.

Generale prevalenza dell'anticiclone continentale, che determina condizioni di clima freddo e calme di vento anche prolungate e favorisce il permanere delle nebbie, con occasionale influenza dell'anticiclone atlantico, che, essendo normalmente presente nella stagione estiva ove determinata il perdurare di temperature elevate, genera invece condizioni termiche più miti.

Le stagioni intermedie (primavera ed autunno) sono invece caratterizzate da tempo instabile con la presenza di aree a bassa pressione o cicloniche; quella nettamente predominante è legata agli effetti correnti atlantiche che, si possono manifestare nell'arco dell'intero anno, ma sono particolarmente frequenti nella stagione autunnale quando provocano le precipitazioni più abbondanti.

9.1 - TEMPERATURE

I dati giornalieri relativi alle temperature sono stati rilevati in 2 stazioni di misura per i seguenti periodi :

1960 - 1981	Pavia
1960 - 1985	Voghera

I dati, rappresentati in forma schematica nelle tabelle allegate, riportano i valori medi mensili calcolati per i periodi di rilevazione disponibili .

In pratica dall'analisi dei dati riportati a seguire risulta che si ha sempre una minima a gennaio con un progressivo aumento, fino a raggiungere le massime nel mese di luglio; si mantengono valori elevati in agosto e discreti in settembre per poi scendere progressivamente fino a dicembre dove si hanno valori poco lontani dalle minime di gennaio.

Temperature medie mensili nel ventennio 1951 - 1970

STAZIONE DI VOGHERA : 93 m s.l.m.

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
0,1	2,8	7,7	12,1	16,5	20,5	23,0	22,9	18,8	12,9	7,0	2,0

Media annua = 12,1° C

Temperature medie mensili nel ventennio 1951 - 1970

STAZIONE DI PAVIA: 77 m s.l.m

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
0,6	3,3	8,0	12,6	17,1	21,0	23,2	22,1	18,8	13,0	7,1	2,2

Media annua = 12,4° C

9.2 - PRECIPITAZIONI

Per lo studio delle precipitazioni si sono prese in considerazione delle serie significative di dati che riguardano, a titolo esemplificativo, la stazione di Pavia gli anni dal '51 al '70 , qui a seguire,

Tab. 5 - valori delle precipitazioni medie mensili e annue misurate nel trentennio 1921 - 1950

STAZIONE DI PAVIA 77 m s.l.m.											
G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
58	48	63	71	82	55	51	53	68	82	88	65

Totale = 784 mm

Tab. 6 - valori delle precipitazioni medie mensili e annue misurate nel trentennio 1951 - 1970

STAZIONE DI PAVIA 77 m s.l.m.											
G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
50	60	70	75	71	70	66	70	56	67	112	73

Totale = 860 mm

Tab. 7 - valori delle precipitazioni medie mensili e annue misurate nel trentennio 1921 - 1970

STAZIONE DI PAVIA 77 m s.l.m.											
G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
55	52	65	73	78	61	57	60	63	84	98	68

Totale = 814 mm

mentre per la stazione più prossima all'area di studio è disponibile una serie più recente di dati pluviometrici (raccolti dall'Osservatorio Meteorologico dell'Ist. Tecnico Agrario "Gallini" di Voghera) che riassumono l'altezza mensile delle piogge in mm ed i totali annui, con medie massime e minime del periodo.

Tabella 1 - Piovosità Voghera gennaio 1971-giugno 1995

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot.
1971	101,4	50,0	91,4	40,6	103,4	60,4	55,0	23,6	4,8	2,2	126,0	18,6	677,4
1972	118,8	134,6	90,8	46,6	55,0	43,0	40,4	33,4	101,0	65,0	26,8	69,6	825,0
1973	58,0	7,4	32,8	52,2	30,8	117,4	39,6	80,2	94,4	79,2	19,0	93,4	704,4
1974	46,0	110,0	29,0	101,6	30,8	36,0	29,2	61,2	48,6	41,6	75,2	10,8	620,0
1975	61,2	46,8	61,2	12,6	137,4	56,0	7,2	144,0	113,4	75,8	146,6	66,8	929,0
1976	13,4	51,0	14,6	21,6	22,4	28,8	123,2	99,2	193,4	217,8	104,2	27,0	916,6
1977	148,8	55,0	93,0	52,4	157,6	21,6	129,4	155,4	2,6	186,6	45,4	54,4	1102,2
1978	154,2	77,0	61,0	82,0	94,4	25,0	28,2	40,2	40,2	81,6	27,2	57,2	768,2
1979	68,4	65,8	108,4	81,4	10,0	29,6	7,8	123,0	76,6	236,4	39,2	68,0	914,6
1980	55,4	12,8	69,8	1,8	85,8	103,6	8,0	52,6	27,4	165,4	88,6	13,0	684,2
1981	1,4	4,8	19,6	40,8	96,4	33,8	54,4	16,6	85,2	102,8	0,0	75,8	531,6
1982	18,6	31,4	90,6	19,4	44,6	7,6	34,4	55,4	36,6	123,2	97,2	35,6	594,6
1983	2,4	17,0	142,8	56,6	66,0	90,6	8,4	29,8	14,2	14,2	0,0	93,8	535,8
1984	26,8	47,6	42,4	86,6	201,8	45,4	11,8	134,0	49,6	90,8	140,2	74,0	951,0
1985	57,4	26,6	105,6	12,0	99,8	45,4	12,6	42,4	28,2	28,6	91,4	27,8	577,8
1986	82,4	43,0	44,4	148,4	56,4	80,8	17,8	36,4	24,6	9,2	66,6	14,8	624,8
1987	38,4	96,0	12,0	66,4	38,6	28,8	15,6	128,4	18,6	163,2	60,8	62,4	729,2
1988	68,6	30,6	94,2	57,0	60,2	100,4	2,6	33,6	24,2	258,6	0,4	66,8	797,2
1989	2,8	44,4	24,2	129,4	7,2	22,6	52,0	12,4	66,0	5,0	54,0	21,4	441,4
1990	17,2	12,6	29,6	159,0	25,2	48,6	21,4	60,8	10,8	146,6	51,4	61,4	644,6
1991	43,0	6,4	23,6	60,8	57,6	20,2	28,6	5,0	168,6	92,0	66,0	0,0	576,8
1992	23,2	21,2	50,2	40,6	55,4	86,0	101,0	69,2	105,8	173,2	16,4	76,4	823,6
1993	6,2	9,8	47,6	85,8	39,2	46,8	86,8	16,6	195,2	239,8	54,0	12,8	840,6
1994	70,8	34,2	4,4	86,4	58,4	102,2	46,6	37,2	259,8	83,6	148,2	51,0	982,8
1995	23,4	67,4	24,6	52,2	165,4	71,6							
media	52,9	44,1	56,3	63,8	72,0	54,1	40,1	62,1	74,6	111,8	64,4	48,0	741,4
Dev st	42,8	33,5	36,8	40,5	50,3	31,3	36,3	45,1	69,1	79,0	45,9	28,2	168,6
min	1,4	4,8	4,4	1,8	7,2	7,6	2,6	5,0	2,6	2,2	0,0	0,0	441,4
Max	154,2	134,6	142,8	159,0	201,8	117,4	129,4	155,4	259,8	258,6	148,2	93,8	1102,2

Si osservano nel vogherese due minimi annuali pressoché equivalenti, in inverno (febbraio) ed estate (luglio) mentre i mesi più piovosi risultano **maggio** per periodo primaverile mentre in autunno **ottobre** che è anche il più piovoso in assoluto.

I dati su esposti vengono anche proposti - stazione di Voghera - in forma grafica (Grafico 1 e 2) e si allega anche un grafico esplicativo delle massime piovosità nelle 24 ore (Grafico 4) associato a quello di confronto tra medie mensili e frequenza massime giornaliere.

Grafico 1 - Precipitazioni medie mensili anni 1971-1994

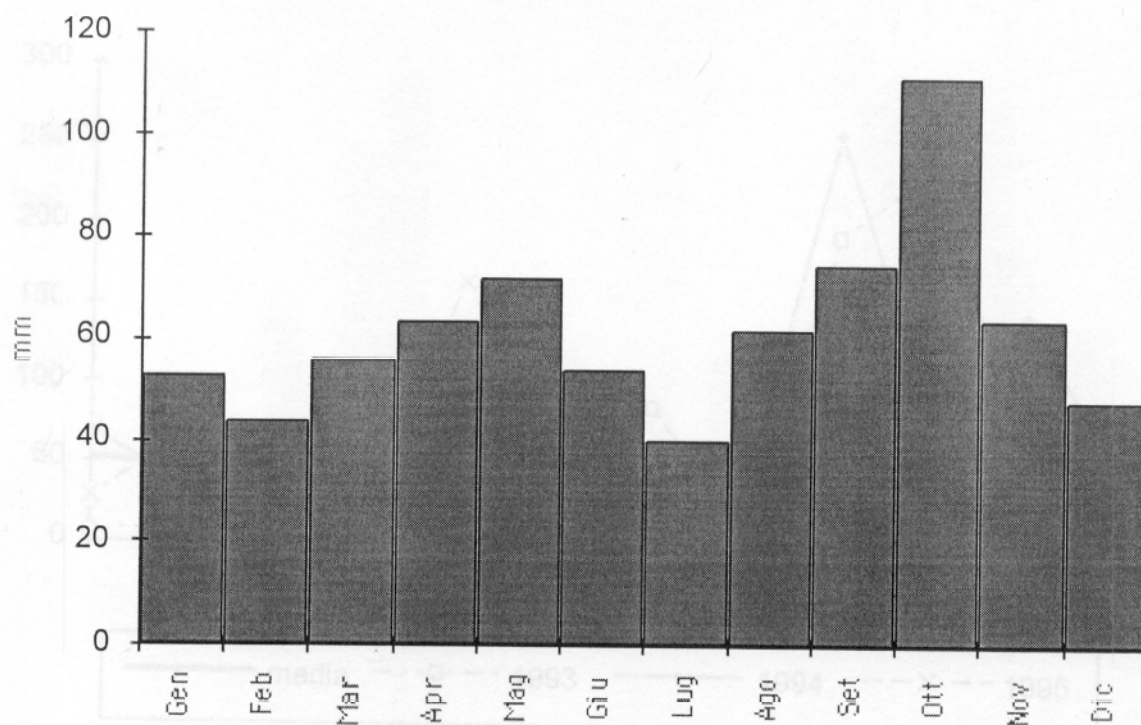


Grafico 2 - Precipitazioni totali - anni 1971-1994

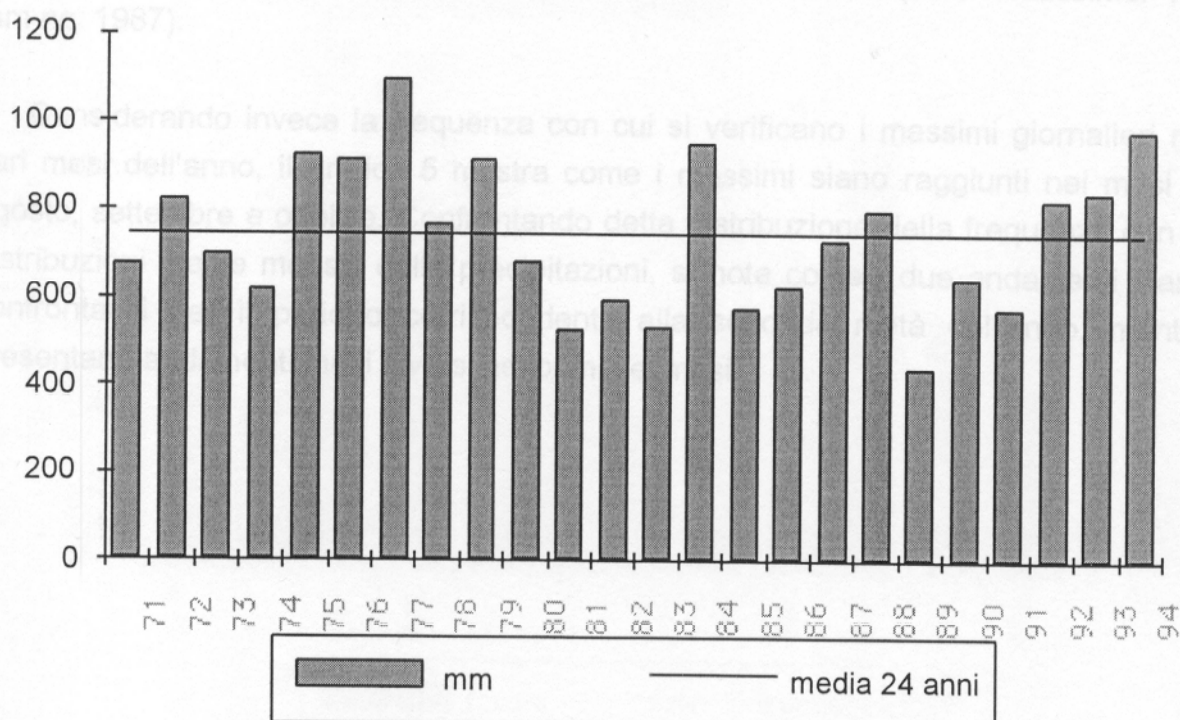
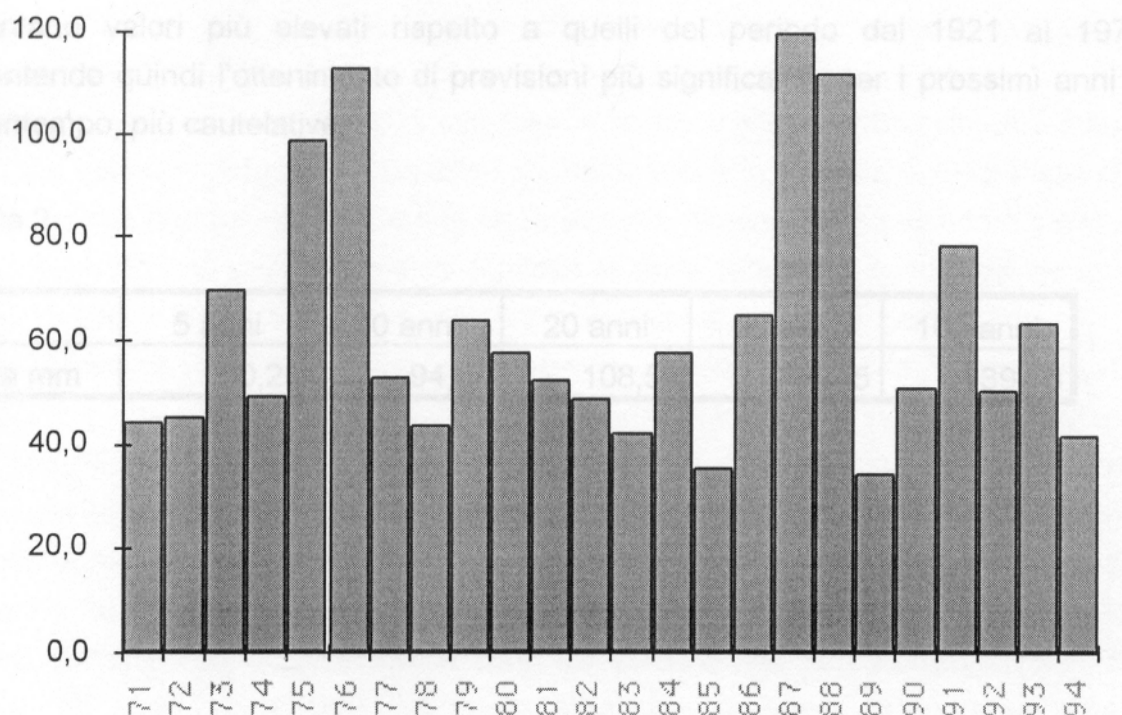
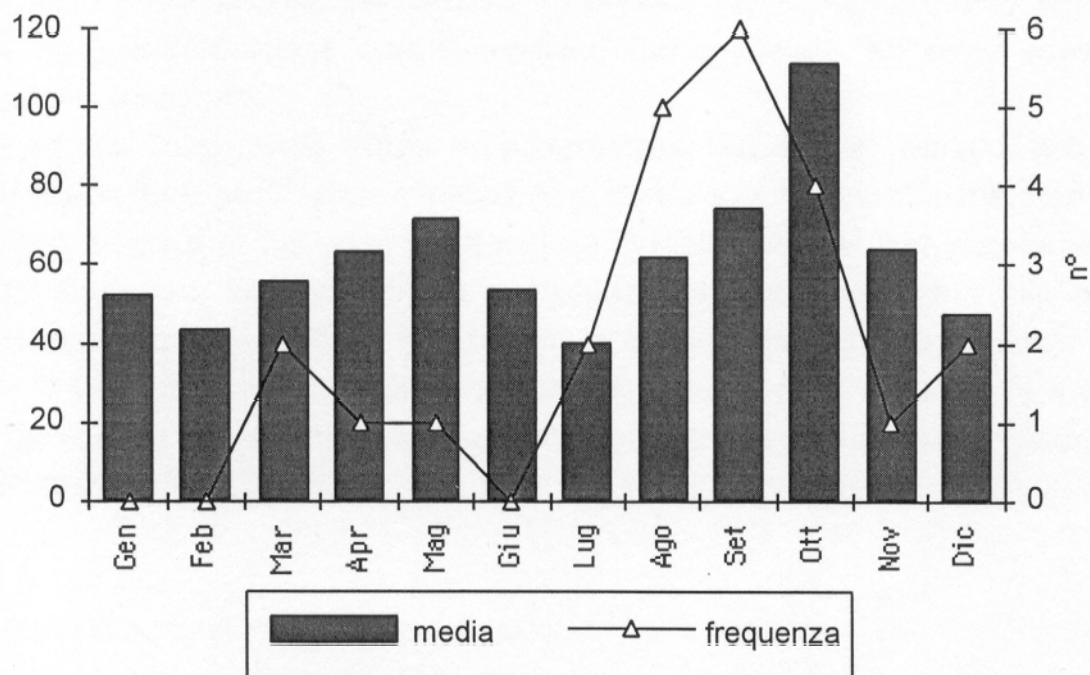


Grafico 4 - Massime piovosità nelle 24 ore



Gr. 5 - Confronto tra precipitazioni medie mensili e frequenza massimi giornalieri



9.3 - VENTI

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

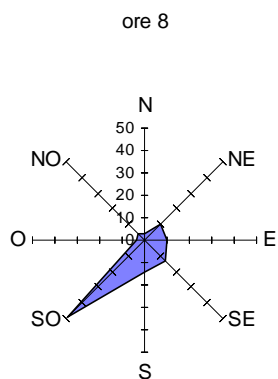
14.00

19.00

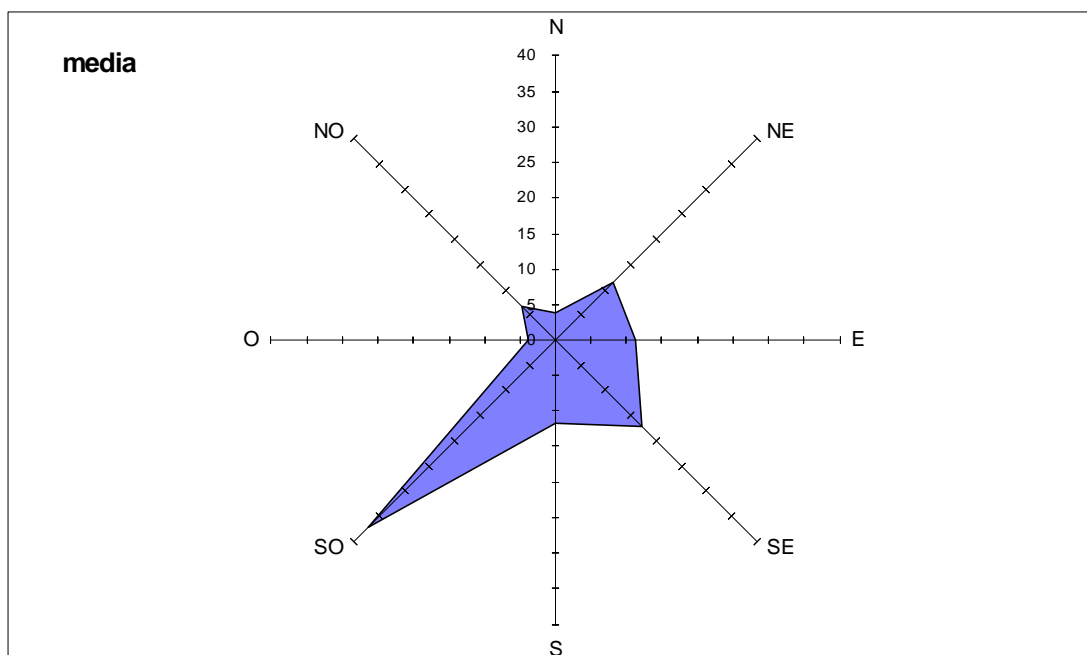
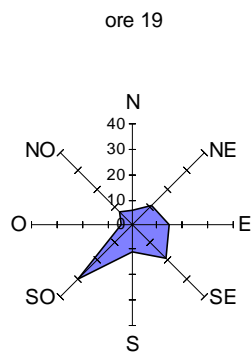
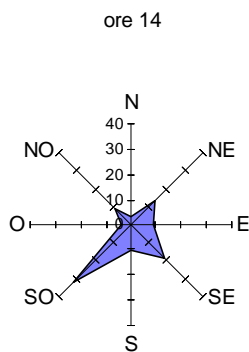
e, rispetto alle misurazioni registrate, si possono fare le seguenti considerazioni:

- la direzione prevalente e quella del settore **S -O**
- 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).



Direzione	ore 8	ore 14	ore 19
N	2.5	3.2	5.6
NE	9.8	13.6	10.7
E	10.3	9.0	14.3
SE	13.3	19.1	18.7
S	14.3	10.0	10.8
SO	48.4	32.5	30.7
O	3.4	3.9	4.5



10.0 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRITORIO

Premessa

Ai fini della caratterizzazione geotecnica dei terreni comunali si è proceduto integrando le conoscenze litostratigrafiche con la documentazione specifica esistente in merito; in particolare vengono vagliate le seguenti informazioni:

- le successioni litostratigrafiche descritte nei pozzi per acqua nell'intorno;
- i rilievi e la zonizzazione litologica di superficie.
- I dati litologici in possesso per attività estrattive cessate, in corso e di futura esecuzione
- La campagna di indagini per la localizzazione di un nuovo pozzo al servizio del Centro Polifunzionale per Anziani di Cervesina
- Le campagne di indagini geognostiche per la realizzazione della Discarica controllata di II^a Cat. /Tipo B in loc. C.na Gattera – C.na Spagnola – C.na Rigamonti e gli studi successivi di controllo ad avvenuta chiusura della discarica stessa;

Natura delle alluvioni dal punto di vista geotecnico

Come evidenziato in altra parte della relazione le alluvioni per la loro stessa natura, legata alla dinamica fluviale, sono caratterizzate da sovrapposizioni di lenti più o meno estese e/o continue di sedimenti a granulometria differente.

A livello locale è possibile identificare un primo ripiano (**Q2'**),il più esteso ed elevato altimetricamente, su cui insistono i centri abitati e la parte centro meridionale del territorio comunale (possibili aree di completamento e di espansione urbanistica); i depositi più comuni di tale ripiano sono rappresentati da una coltre superficiale di alluvioni prevalentemente limo-argillose, di spessori compresi tra i 4 ed i 12 metri, poggiante su materiali più grossolani (ghiaie e sabbie).

Procedendo verso Nord si passa all'ampia fascia di divagazione fluviale del Po, quasi totalmente all'esterno dell'argine maestro (solo una superficie agricola posta a l margine NW del territorio e comprendente C.na Beccadoglio e C.na Belvedere si trova all'interno), rappresentata prevalentemente da depositi sabbioso-ghiaiosi; più specificamente tali depositi sono rappresentati da sabbie e ghiaie localmente ricoperte da coltri di limi sabbiosi e sabbie limose spesso in alternanza (depositi di stanca fluviale) a bassa e media compressibilità.

Parametri geotecnici dei terreni rilevati da sondaggi e da analisi di laboratorio

Dalle “*Indagini di verifica dell'idoneità geologica del sito per la realizzazione dell'ampliamento di Giacimento controllato di rifiuti industriali in Loc. C.na Giramonti*” – prove geotecniche di laboratorio - (Dott. Mussini -1987) è possibile dedurre i principali caratteri geotecnici dei limi argillosi di copertura che caratterizzano la fascia centro meridionale del territorio.

Viene qui di seguito riportata una tabella riassuntiva dei valori desunti da analisi eseguite su campioni prelevati a varie profondità nell'area ove è ubicato l'impianto ECOLOMBARDIA 18.

I parametri definiti sono:

W = contenuto d'acqua

PV = peso di Volume

Analisi granulometrica

K = coefficiente di permeabilità (mediante prova edometrica)

LL – LP – IP > Limiti di Attemberg

Cu =resistenza al taglio

ϕ = angolo di attrito interno

c= coesione

che permettono di caratterizzare tali materiali come terre argillose argillo - limose ad elevata plasticità e scarsa o nulla permeabilità

PUNTO DI PRELIEVO	PROFONDITA' m (dal p.c.)	Wn %	PV g/cm ³	PASSANTE AL # 200	K cm/sec	LL %	LP %	IP %	C Kg/cm ²	ϕ°	C Kg/cm ²
S 1	4,8 - 5,4	33,88 33,00	1,99 1,97	97,87	5,7x10 ⁻⁸	/	/	/	/	/	/
S 2	2,8 - 3,0	(33)	(1,93)	99,64	/	66	28	38	0,61	/	/
S 2	3,0 - 3,5	30,85 33,68 35,69	1,95 1,93 1,90	99,70	/	67	27	40	/	11,3	0,3
S 2	4,8 - 5,4	30,96 30,94	2,02 2,01	98,70	5,0x10 ⁻⁸	/	/	/	/	/	/
Tr 1	2,5	32,75 33,77 33,18	1,86	99,76	3,3x10 ⁻⁸	67	31	36	/	/	/
Tr 2	6,36	36,14 40,78 40,09	1,88 1,90 1,87	99,69	2,5x10 ⁻⁷	52	26	26	/	15	0,35
Tr 7	4,19	33,15 34,53	1,88	95,16	7,6x10 ⁻⁸	46	24	22	/	/	/
Tr 8	2,0	23,64 23,38 23,89	1,97 1,98 2,02	86,90	/	39	21	28	/	23	0,2

Tabella parametri geotecnici relativi a campioni di terreno prelevati in sondaggi
Impianto ECOLOMBARDIA 18

Zonizzazione geotecnica

In funzione della differente compressibilità relativa dei terreni si può impostare una classificazione geotecnica di tipo qualitativo che, nelle sue linee essenziali, tiene conto della litologia della coltre superficiale e dei successivi livelli sottostanti, desumibili dalle diagrafie dei pozzi e dalle indagini (prove penetrometriche, sondaggi, trincee esplorative) che hanno interessato il territorio comunale.

Si propone una zonizzazione 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.

E' noto che 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 a grana fine.

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

Lo stesso fenomeno si può verificare anche per effetto delle fluttuazioni della falda.

Sulla base di queste considerazioni generali viene fornita una classe di caratterizzazione geotecnica al territorio di studio (cfr. **Tav. 3 - Carta di Sintesi e Fattibilità**) cui attengono sia in fase di indagine che in campo operativo, problematiche geotecniche via via crescenti e opere di fondazione più impegnative.

Zona A - *Area 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 un'eventuale coltre limosa è talmente di modesta da essere praticamente trascurata.*

Zona B – *area con limi sabbie limose superficiali in alternanza con materiali a granulometria più grossolana.*

Zona C - *Area in cui il terreno superficiale, per uno spessore significativo, è costituito da terreni coesivi e/o con locale alternanza di sedimenti sciolti e coesivi, per cui le fondazioni devono essere impostate a congrua profondità sull'orizzonte granulare.*

10.1 - PRESCRIZIONI GEOTECNICHE

La zonizzazione descritta nel precedente capitolo configura alcuni scenari geotecnici i quali presuppongono metodologie e affinamento di indagini diversificate in rapporto alla situazione litologica palesata.

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**).

Per i motivi esposti le indicazioni circa le analisi consigliate sono da ritenersi orientative per il Progettista, il quale è chiamato inoltre alla attuazione delle 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*” e **Circolare LL.PP. n. 30483 del 24. 09. 1988**, di istruzioni.

Ciò premesso si ritiene tuttavia 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, che deve precedere ogni intervento edificatorio.

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)

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.

10.2 - 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. Possono essere limitate all'esecuzione di pozzi esplorativi e a prove penetrometriche sia statiche che dinamiche, da cui sia possibile comunque risalire alla soggiacenza della falda ;
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 ;

3. tali indagini, ad esclusione delle lottizzazioni, per costruzioni di modesto rilievo che ricadono in zone già note, possono essere sostituite da un'analisi ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati esistenti.

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

1. 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) ;
2. 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 .

Zona C (*Terreni coesivi e/o con locale alternanza di sedimenti sciolti e coesivi*)

1. Si ipotizzano pozzi o sondaggi di ispezione spinti fino al sottostante strato resistente; nel caso in cui le fondazioni fossero poggiate sul terreno granulare sottostante la copertura coesiva, per quest'ultima le analisi di laboratorio potrebbero essere limitate alle proprietà indici e la resistenza al taglio delle sabbie valutata empiricamente con prove penetrometriche sia statiche che dinamiche.
2. Qualora le fondazioni fossero impostate su terreni coesivi superficiali, oltre alle proprietà indici dovrebbero essere determinati i parametri geomeccanici (necessari al calcolo della portanza e alla valutazione dei cedimenti) integrando prove di laboratorio e prove in situ.

11.0 - ANALISI STATO GENERALE E CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

La sovrapposizione e la connessione dei dati rappresentati nelle varie carte tematiche allegate alla presente relazione hanno portato alla realizzazione di una **Carta di Fattibilità geologica** (Tav. 4), 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.

Nel territorio in esame, in considerazione della morfologia pianeggiante e della presenza di una grande via d'acqua, si è ovviamente fatto riferimento alla Normativa PAI per le fasce di rispetto fluviale del Fiume Po, ma, per la determinazione delle classi di fattibilità geologica sono state considerate anche le problematiche inerenti i caratteri geotecnici delle zone interessate da possibile espansione urbanistica, poste prevalentemente nel piano alto del territorio stesso, la soggiacenza della falda.

CLASSE I : FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

Non si rilevano, sia per vincoli vari esistenti sul territorio che per caratteri litologici e geotecnici dei suoli, aree che possano rientrare in tale classe.

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

Aree con presenza di locali condizioni limitative dovute alla presenza di terreni superficiali limoso argillosi comprimibili; in tali zone rientra la gran parte delle aree agricole e del centro abitato.

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, prima di ogni nuovo intervento edificatorio, indagini dettagliate (studio geologico – geotecnico) in ottemperanza al D.M. 11/03/88 ed alle direttive regionali.

CLASSE III: FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

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

▪ AREE ALL'INTERNO DELLA FASCIA “B” DI DELIMITAZIONE FLUVIALE DEL PO

I limiti esterni di tale fascia vengono definiti dall'argine maestro

Per le aree ricadenti in fascia “B” si dovranno applicare l'art 1- comma 5, l'art. 30-comma 2, l'art. 32, l'art. 38, l'art. 38 bis, l'art. 39 –commi 1/2/3/4/5/6 e l'art. 41 delle NdA del PAI; Come aree di pertinenza fluviale si suggerisce di favorirne la rinaturalizzazione, in prossimità delle scarpate, con lo sviluppo di vegetazione ripariale e ove non sia possibile, di preferire colture agricole come impianto a pioppi o di altre specie arboree a rapido accrescimento / prato stabile.

Sono vietate alterazioni morfologiche e/ o colturali che ne pregiudichino la conservazione e alterino l'assetto idrogeologico; pertanto la realizzazione di nuovi insediamenti abitativi o produttivi è sconsigliata ed eventuali interventi sull'esistente saranno subordinati all'acquisizione di dati idraulici e geologico-tecnici di maggior dettaglio onde conoscere la situazione idrogeologica locale e la caratterizzazione geomeccanica dei terreni di fondazione, oltre ad una valutazione di compatibilità con l'ambiente circostante.

• 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.

- **AREE DI RISPETTO CIMITERIALE (50 metri)**

In tale classe potranno inoltre rientrare le fasce di rispetto di corsi d'acqua minori a seguito di assunzione da parte del Comune del provvedimento di cui alla D.G.R. 7/7868 del 25/01/02, punti 3 e 5.1 (*Definizione del reticolo idrico minore*).

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

Le seguenti sono Aree ad elevato rischio idrogeologico nelle quali è escluso l'uso a fini edificativi, se non opere tese a consolidamento, miglorie dell'assetto idrogeologico e/o rinaturalizzazione, ed esistono gravi limitazioni alla modifica di destinazione d'uso.

- **ZONA DI RISPETTO ASSOLUTO ALVEO ATTUALE DEL FIUME PO E DEL TORRENTE STAFFORA E AREE DI DIVAGAZIONE FLUVIALE**

Vi rientra la zona di Pertinenza fluviale assoluta (Fascia "A") per cui è vietato l'utilizzo a fini edificativi di tutti i terreni appartenenti a questa classe, se non opere tese al consolidamento, alla sistemazione idrogeologica e alla rinaturalizzazione dei siti.

In tali aree si applicano l'art. 1- commi 5/6, art. 29- comma 2, art. 30- comma 2, art. 32- commi 3/4, art. 38, art. 38 bis, art. 39 commi 1/2/3/4/5/6 e art. 41 NdA del PAI adottato con Del. N° 18/2001 dell'Autorità di Bacino del F. PO.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente interventi così come previsto dall' art. 31 lett. a), b), c) della Legge 457/78.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovrà essere prodotta, ai fini della autorizzazione comunale, apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti.

Questa fascia è l'area di possibile esondazione e divagazione fluviale in caso di eventi meteorici particolarmente significativi, ed all'interno della stessa va favorito il mantenimento ed il miglioramento delle emergenze naturalistiche e ambientali presenti.

- **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*) .

Note:

- a) Per la normativa specifica relativa al reticolo idrico minore (D.G.R. 25/01/2002 – n° 7/7868) si rimanda allo Studio di "DETERMINAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE", complementare al presente Studio Geologico Ambientale, e realizzato per l'Amministrazione Comunale di Cervesina dallo studio EcoGIS di Pavia nel Maggio 2003.
- b) Si allega qui di seguito "STRALCIO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI" adottato con Del. N° 18/2001 dalla Autorità di bacino del Fiume PO, contenente gli articoli di riferimento per la pianificazione territoriale a livello comunale.

BIBLIOGRAFIA

- B .BELINGERI - Studio Geopedologico e Chimico- Agrario dei terreni della Provincia di Pavia - Annali Facoltà di Agraria di Milano/ vol. IX - 1960
- BONI A. - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia- Fg 59 - Pavia
Servizio Geol. d'Italia - Roma
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, scala 1 : 100.000 - Fg. 59 Pavia - Serv. Geol. Italiano, ROMA (1965)
- CASATI P. - Acque sotterranee di Lombardia - Dip. Sc. della Terra -
Un. degli Studi di Milano.
- Ing. L. CATI - Idrografia e Idrologia del PO - Ministero dei Lavori Pubblici -
Servizio Idrografico ; Istituto poligrafico e Zecca dello Stato - 1981
- CELICO P. - Prospezioni Idrogeologiche / Liguori Ed.- Napoli (1986).
- P. COLOMBO, F. COLESELLI - *Elementi di geotecnica* - I Zanichelli, 1996
- EcoGIS – DETERMINAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE – Pavia 2003
- FRANCANI V. (et alii)- Proposta di normativa per l'istituzione per le fasce di
rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee.
GEO-GRAPH,Milano 1988.
- LANCELOTTA R. - Geotecnica - Zanichelli Bologna (1987)
- MARCHETTI G. - Piano Prov. Cave - Note Illustrative - Pavia, 1990
- MUSSINI S. – STUDIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER AMPLIAMENTO GIACIMENTO
CONTROLLATO RIFIUTI INDUSTRIALI – ECOLOMBARDIA - 18
A CERVESINA - 1987
- OTTONE C., ROSSETTI R. - Condizioni termopluviometriche della Lombardia -
Atti Ist. Geol. Università di Pavia, n 29 (1980)
- PREVITALI F. - Introduzione allo studio dei suoli. Clesav, Milano (1984)
- PROTEZIONE E AMBIENTE – COMMISSIONE TECNICO SCIENTIFICA DI SORVEGLIANZA
DELLA FASE POST CHIUSURA DELLE DISCARICHE
"C.NA GATTERA" E "C.NA SPAGNOLA" – RAPPORTI ATTIVITA' 2000-2003
- QUADERNI IRSA -Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde, provincia
di Pavia, vol 28 /C.N.R.,Roma
- S.G.P. – INDAGINE IDROGEOLOGICA FINALIZZATA ALLA LOCALIZZAZIONE DI UN
POZZO IDRICO DESTINATO ALLA ALIMENTAZIONE UMANA – Pavia 1990
- S.G.P et alii – "STUDIO DI FATTIBILITA' FINALIZZATO ALLA REALIZZAZIONE DI
INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE T. STAFFORA –1995
- TARAMELLI - Descrizione geologica della Provincia di Pavia
Istituto Geografico De Agostini di Novara-1916

ALLEGATI

- **Stratigrafie sondaggi e pozzi utilizzate per la definizione delle successioni LITOLOGICHE**
- **Diagrafie pozzi utilizzate per la definizione dell'idrogeologia profonda**
- **Mappe e sezioni interpretative di permeabilità e piezometria
(ANALISI DI RISCHIO della discarica ECOLOMBARDIA 18)
– ISTITUTO “MARIO NEGRI”-**

**Stratigrafie e analisi granulometriche
campagna di indagini c.na Malpensata (c.na Belvedere)**