

giovanni bassi, geologo, via donatori di sangue, 13, 26029 soncino (cr),
tel. e fax 0374 85486, e_mail: bassi.geologo@gmail.com

REGIONE LOMBARDIA

COMUNE DI SAN BASSANO

Provincia di Cremona



Piano di Governo del Territorio

STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

(L.R. 11.3.05 N.12, art. 57, D.G.R. 22.12.05 N. 8/1566, Criteri attuativi, Componente geologica e D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374)

Zona sismica 4

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

IL GEOLOGO
DR GIOVANNI BASSI
Giugno 2009

Collaboratore: dott. Massimiliano Trespidi

INDICE

PREMESSA pag. 4

PARTE PRIMA: STUDI D'INQUADRAMENTO

CAPITOLO 1: ASPETTI GEOLOGICI GENERALI. pag. 5

1.1 La formazione della Pianura Padana.

1.2 Metodologia.

1.3 Cartografia d'inquadramento e ricerca storica e bibliografica.

CAPITOLO 2: GEOMORFOLOGIA ED ELEMENTI PEDOLOGICIpag. 14

2.1 Caratteristiche geologiche - geomorfologiche.

2.2 Caratteristiche geopedologiche.

2.2.1 Alfisuoli.

2.2.2 Inceptisuoli.

2.2.3 Entisuoli.

CAPITOLO 3: IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA pag. 19

3.1 Idrografia, rischio idraulico e difese idrauliche di piano.

3.2 Idrogeologia.

3.3 Pozzi pubblici.

CAPITOLO 4: GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE pag. 24

4.1 Analisi geotecnica.

4.2 Analisi sismica.

PARTE SECONDA: SINTESI E VALUTAZIONE

CAPITOLO 5: VINCOLI pag. 29

5.1 Vincoli.

CAPITOLO 6: SINTESI pag. 30

6.1 Generalità.

6.2 Vulnerabilità idrogeologica.

6.2.1 Metodologia.

PARTE TERZA: PROPOSTA

CAPITOLO 7: FATTIBILITA' GEOLOGICA pag. 33

7.1 Generalità.

7.2 Fattibilità geologica e delle azioni di piano.

BIBLIOGRAFIA pag. 38

APPENDICE: Climatologia pag. 39

ALLEGATI:

Tavola A: Estratto dalla Carta Geologica d'Italia.

Tavola B: Estratto dalla Carta Geomorfologica.

Tavola C: Carta morfologica 3D.

Tavola D: Estratto dalla Carta d'Italia, levata 1889-1890.

Allegato 1A: Carta geologico-geomorfologica, 1:10.000.

Allegato 1B: Sezioni geomorfologiche.

Allegato 2: Carta geopedologica, 1:10.000.

Allegato 3A: Carta idrogeologica, 1:10.000.

Allegato 3B: Sezioni geologiche.

Allegato 4A: Carta dei vincoli di natura geologica, 1:10.000.

Allegato 4B: Carta dei vincoli di natura geologica, 1:5.000.

Allegato 5: Carta geotecnica, 1:10.000.

Allegato 6A: Carta di sintesi, 1:10.000.

Allegato 6B: Carta di sintesi, 1:5.000.

Allegato 7A: Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano 1:10.000.

Allegato 7B: Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano, 1:5.000.

Allegato 8: Schede pozzi.

Allegato 9: Rapporto geofisico.

Allegato 10: Indagini geognostiche.

Allegato 11: Difese idrauliche di Piano

PREMESSA

Lo studio che qui segue assolve a quanto indicato dalla Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12, art. 57, “Legge per il Governo del Territorio” seguendo i criteri attuativi contenuti nella D.G.R. 22.12.05 n. 8/1566 ed aggiornati per la componente sismica dalla D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374.

La base cartografica, adottata per le carte tematiche alla scala 1:10000 e di dettaglio alla scala 1:5000, è la Carta Tecnica della Regione Lombardia (CTR), alla scala 1:10.000, edizione 1994, sezioni: C7d2, C7d3, C6c2, C7c3.

Lo Studio Geologico suddivide il territorio comunale nelle “Classi di fattibilità geologica e delle azioni di piano” e detta le “Norme Geologiche di Piano” che costituiscono parte della pianificazione urbanistica comunale.

Inoltre, seguendo le direttive della L.R. 11.03.05 n. 12, art. 57, si forniscono ed indicano:

- indirizzi, metodologie e linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica (in seguito alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale);
- definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica con le relative norme d’uso;
- indicazioni per l’aggiornamento del quadro delle conoscenze geologiche del comune a supporto della pianificazione;
- aspetti coerenti e confrontabili tra gli strumenti di pianificazione comunale e quella sovraordinata (PTCP).

PARTE PRIMA: STUDI D'INQUADRAMENTO

Si sviluppano, nella prima parte del lavoro, le componenti geologica, geomorfologica ed idrogeologica e si affronta la pericolosità sismica locale e la geotecnica.

CAPITOLO 1: ASPETTI GEOLOGICI GENERALI

1.1 La formazione della Pianura Padana

La formazione e l'evoluzione della Pianura Padana di cui fa parte la pianura cremonese è dovuta principalmente all'orogenesi alpina prima e successivamente all'orogenesi appenninica, costituendo inizialmente l'avanfossa del sistema alpino e poi di quello appenninico (fig. 1). L'avanfossa che si formò in corrispondenza dell'attuale Pianura Padana presenta un profilo asimmetrico con sedimenti che possono raggiungere anche 7000 m di spessore. Dal Pliocene (circa 7 milioni di anni fa) fino ad oggi la depressione rappresentata dall'avanfossa è stata gradualmente colmata dalla deposizione di sedimenti sia marini che continentali che si sono accumulati su un substrato miocenico continentale caratterizzato da una monoclinale pedealpina regionale che si estende dal margine alpino a nord fino alla base della catena alpina a sud.

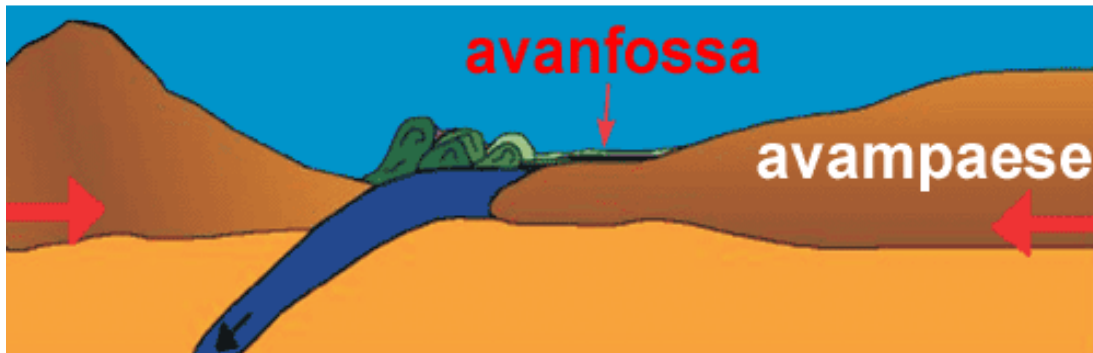


Fig. 1 Rappresentazione dell'avanfossa padana in riferimento al sistema appenninico in cui la placca europea (avampaese) viene subdotta dalla placca africana per un movimento compressivo delle zolle.

L'attività dei fiumi presenti nel settore di pianura padana cremonese è la principale causa della formazione dell'ambiente attuale con significativi condizionamenti dovuti alle glaciazioni ed ai fenomeni di subsidenza differenziali in corrispondenza di sinclinali e anticlinali sepolte. La porzione di pianura lombarda, in cui si colloca il territorio in esame, nel suo assetto attuale, è il risultato dell'azione di numerosi corsi d'acqua che hanno, in successivi tempi geologici e storici, apportato e asportato sedimenti fluviali sul bacino marino costiero, soggetto a fenomeni di subsidenza, che occupava l'odierna pianura padana. In particolare la gran parte dei depositi superficiali affioranti è il prodotto dell'attività fluviale, successiva all'ultima glaciazione wurmiana che si concluse circa 30000 anni fa. Lo scioglimento dei ghiacciai, liberando una gran quantità d'acqua in tempi geologicamente brevi (a partire dal Pleistocene superiore, 160000 anni fa, con il Pleniglaciale, Lascaux e Dryas I, epoche post wurmiane) ha comportato l'erosione dei grandi corpi morenici, edificati precedentemente dall'attività dei ghiacciai; i materiali erosi a monte o in prossimità dei depositi morenici depositi all'inizio delle vallate, furono depositi a valle. In questa fase si è venuto costituendo il complesso sedimentario chiamato "Livello Fondamentale della Pianura" o "Piano Generale Terrazzato", che occupa, oggi, gran parte della pianura padana. Questa formazione è caratterizzata da un ambiente deposizionale ad energia decrescente dalla zona di erosione (anfiteatri morenici e valli alpine) alle zone di deposizione; per tale ragione depositi gradualmente più fini

costituiscono il LFP, procedendo dal piede dei rilievi (Prealpi ed Appennini) verso il corso attuale del Po e, lungo il corso del fiume, verso la sua foce. Nella frazione di pianura oggetto della ricerca si è riscontrata la deposizione di sedimenti prevalentemente sabbiosi. Al compimento della fase immediatamente postglaciale, è seguita una fase erosiva che ha portato alla formazione delle grandi strutture morfologiche delle valli del Po e dei suoi principali affluenti (Adda, Serio, Oglio). Queste valli sono delimitate da orli di terrazzo morfologico che possono raggiungere fino a 10 m di altezza, al piede dei quali si trovano terrazzi secondari intermedi che indicano un altro, più limitato, ciclo di erosione - deposizione, interposto fra la fase deposizionale postglaciale e la fase erosiva attuale testimoniata dal corso attuale dei fiumi. Per comprendere l'assetto attuale della pianura bisogna considerare che nella fase intermedia, erano in attività corsi d'acqua oggi estinti o molto ridimensionati che hanno dato luogo a significative valli fluviali che sono ben più monumentali rispetto all'entità dei corsi d'acqua che oggi vi scorrono, ma che hanno lasciato segno del loro passaggio nei sedimenti deposti anche parecchi km di distanza dagli alvei attuali.

1.2 Metodologia

La presente indagine è basata, in via preliminare, sull'esame dei diversi documenti e dati di carattere geologico, geomorfologico e pedologico disponibili (vedi la Bibliografia). In una fase successiva si è provveduto ad eseguire l'indagine geomorfologica di dettaglio così articolata:

- analisi foto interpretativa di immagini aeree (ortofoto) e di immagini satellitari (Digital Globe, map data 2007 Teleatlas);
- analisi morfometrica su base cartografica IGM 1:25000 (levate del 1889-1890) finalizzata all'individuazione dei cambiamenti ambientali intercorsi fra le varie levate considerate;
- analisi morfometrica su base cartografica (C.T.R. della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000) finalizzata all'individuazione delle variazioni altimetriche e di forme difficilmente apprezzabili in fase di fotointerpretazione;
- analisi della carta geologica d'Italia (1:100000, MICA, 1969), della carta geomorfologica della Pianura Padana (1:250000, MIUR, 1997), e della carta pedologica della Pianura Cremonese (1:100.000, ERSAL, 2000);
- rilevamento geologico e geomorfologico e controlli diretti sul terreno, estesi all'intera area oggetto dell'indagine.

1.3 Cartografia d'inquadramento e ricerca storica e bibliografica

Il Comune di San Bassano è situato nella zona centro settentrionale del territorio provinciale e dista da Cremona 25 km, confina a N con il Comune di Castelleone, a O con Gombito e Formigara, a S con Grumello Cremonese, a E con Cappella Cantone. Il territorio comunale di San Bassano ha un'area di km² 13.88 ed è posizionato ad altitudine media di 56 m s.l.m.

Per l'**analisi geografica preliminare** sono state consultate le seguenti carte geografiche:

- Carta d'Italia I.G.M. 1:25.000:
 - levata 1890, Foglio 60 I N.O., Castelleone.
 - levata 1890, Foglio 60 I N.E., Soresina.
 - levata 1889, Foglio 60 I S.O., Pizzighettone.
 - levata 1890, Foglio 60 I S.E., Grumello Cremonese

L'analisi delle qui sopra citate carte I.G.M. evidenzia importanti cambiamenti nel territorio comunale:

- le zone paludose, abbondanti e diffuse nel XVIII sec., contrastate in passato solamente dalla limitata azione di bonifica dei coloni locali, che andavano via via strappando coltivi al dominio delle acque, ancora presenti agli inizi del XX sec., subiscono una sostanziale riduzione a cavallo degli anni Trenta, quando venne scavato l'attuale canale di bonifica del Serio Morto con l'importante funzione di drenare ogni ristagno d'acqua (canale Littorio).

Allo stato attuale permangono solamente tre zone umide, a sud-est del centro abitato di San Bassano, caratterizzate dalla presenza di lanche e paleomeandri, testimoni dell'antico percorso meandriforme del Serio Morto.

- la carta I.G.M., levata nel 1889-1890, evidenzia inoltre l'originario andamento meandriforme del Serio Morto prima dell'importante opera di rettifica realizzata a cavallo degli anni trenta.

Le paludi e gli acquitrini che per diversi secoli occuparono la valle del Serio Morto rappresentavano ciò che rimaneva dell'antico corso del fiume Serio che un tempo, certamente fino al XII sec., occupava in forma esclusiva questa valle. Qui cadeva parte del confine tra Cremasco e Cremonese e qui sorse, poco più a nord di San Bassano, nel 1188, Castelleone, posto sulla riva orientale di un lago, chiamato Gerundo e bonificato dai monaci Cistercensi.

In questo periodo il fiume Serio assumeva, presso Ripalta Vecchia, andamento verso sud-est, attraversando i territori di Castelleone e San Bassano, per sfociare nell'Adda a Pizzighettone: questo è il percorso dell'odierno Serio Morto.

Il mutamento, lento e graduale, avvenne tra l'XI ed il XIV secolo; la corrente principale del fiume Serio andò ad occupare la sede che ancor oggi gli è propria e che lo porta a confluire nell'Adda nei pressi di Montodine, abbreviando il suo tracciato di una ventina di chilometri e disponendosi da nord a sud.

L'originaria valle, ormai abbandonata, rimase occupata dai residui rami, alimentati per lo più da acque sorgive, mentre paludi ed acquitrini occuparono per molti secoli queste terre fino alla realizzazione, intorno agli anni '30, dell'attuale canale di bonifica del Serio Morto.

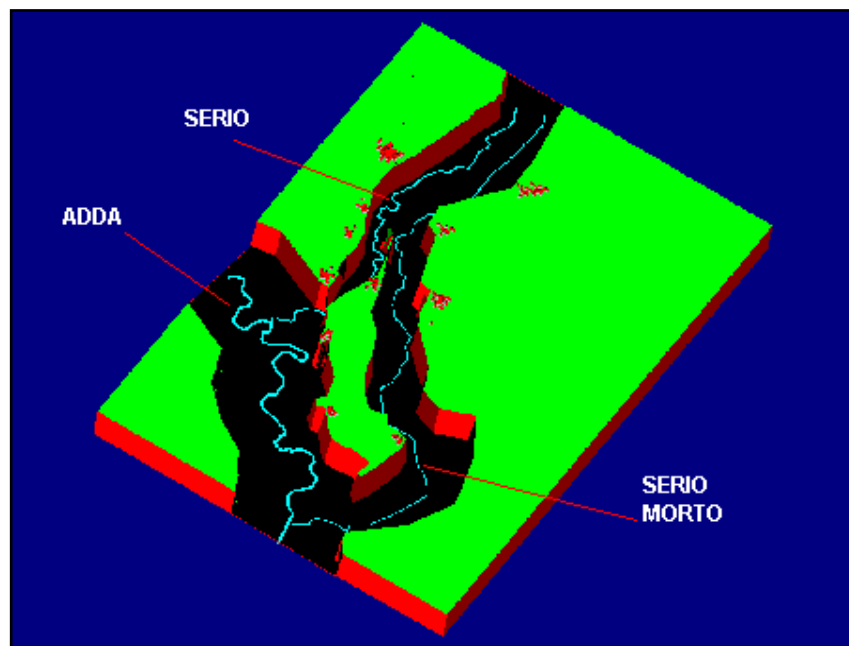


Fig. 2 Evoluzione del corso basso del fiume Serio.

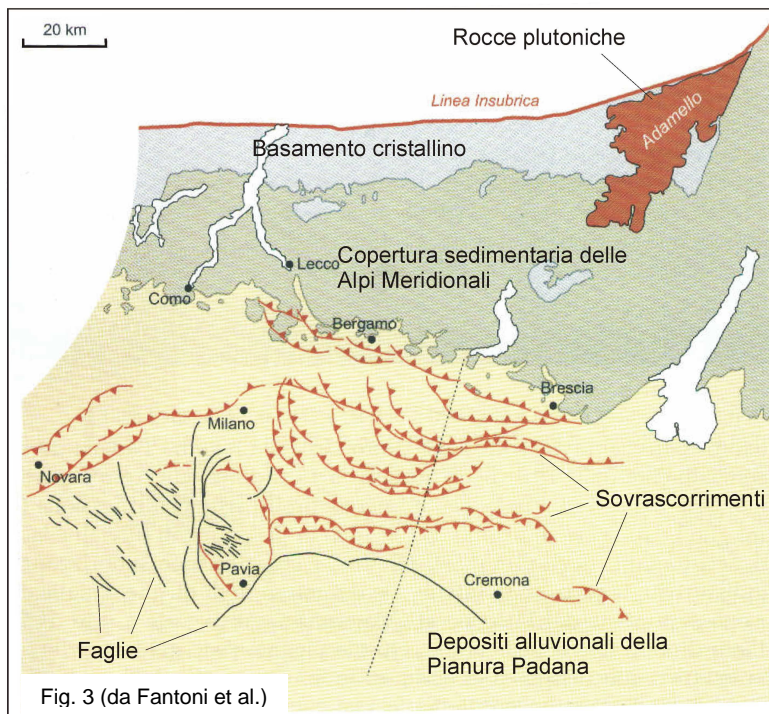
Per l'analisi geologica preliminare sono stati consultati i seguenti lavori:

- Servizio Geologico d'Italia, Carta Geologica d'Italia, 1969, scala 1:100.000, Foglio Foglio 60, Piacenza;
- Petrucci F., Tagliavini S., 1969, Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 60, Piacenza, Servizio Geologico d'Italia;

L'osservazione della carta geologiche (Tav. A) del territorio in esame, permette di identificare la presenza di due formazioni Quaternarie, una più antica appartenente al Pleistocene superiore (f^w) (Würm tra 75000 e 10000 anni fa) ed una più recente appartenente all'Olocene medio-superiore (a^2) (Optimum climatico da 10000 anni fa ad oggi). Le due formazioni sono così descritte:

- **Fluviale würmiano (f^w)**, costituito da alluvioni fluvioglaciali e fluviali, prevalentemente sabbiose, con lenti limose e sottili livelli ghiaiosi e con strato di alterazione superficiale di debole spessore, generalmente brunastro, talora rossastro per dilavamento di depositi preesistenti a monte. Esso forma l'esteso livello fondamentale della pianura (L.F.P.), con alte scarpate lungo i corsi d'acqua principali (zona ovest del Comune);
- **Alluvioni medio recenti (a^2)**, affioranti nella zona orientale del territorio comunale (valle del Serio Morto) e costituite da depositi limosi, localmente sabbiosi e ghiaiosi anche attualmente esondabili.

L'assetto tettonico del basamento terziario, al di sotto della coltre alluvionale quaternaria, appare interessato dalle complesse strutture evidenziate dalle ricerche petrolifere. La fig. 3 descrive la posizione e l'andamento di vari elementi strutturali (accavallamenti e pieghe) esistenti nel sottosuolo della pianura lombarda a nord del Po. Queste strutture sepolte consistono prevalentemente in sistemi di pieghe sud-vergenti ad orientamento ONO-ESE,

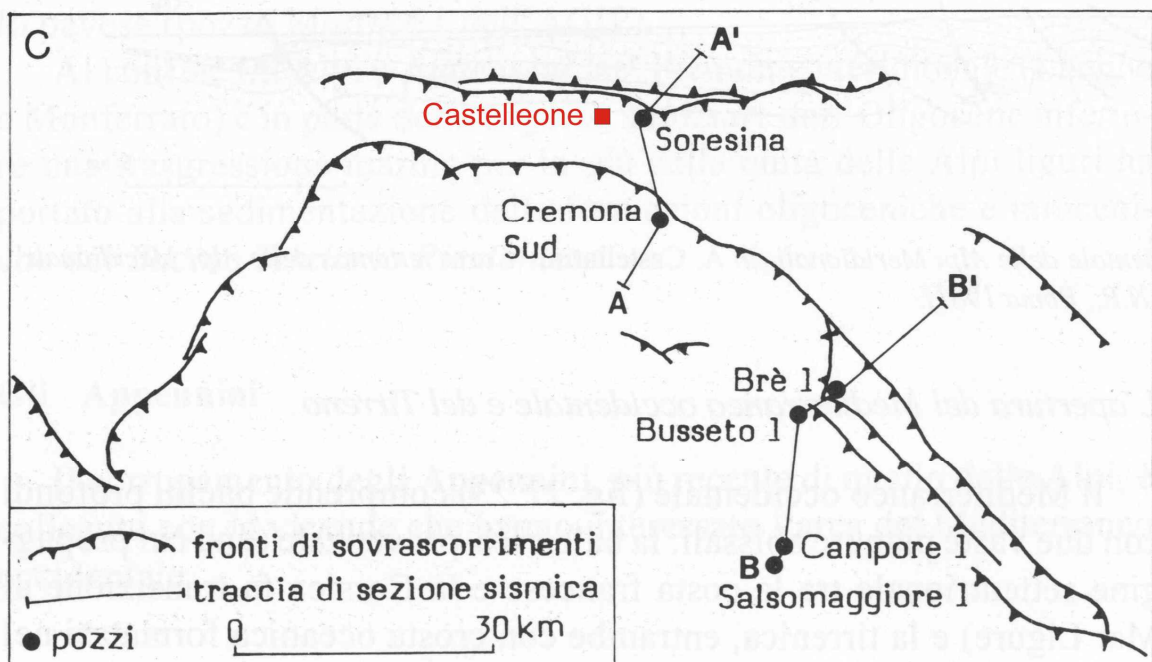
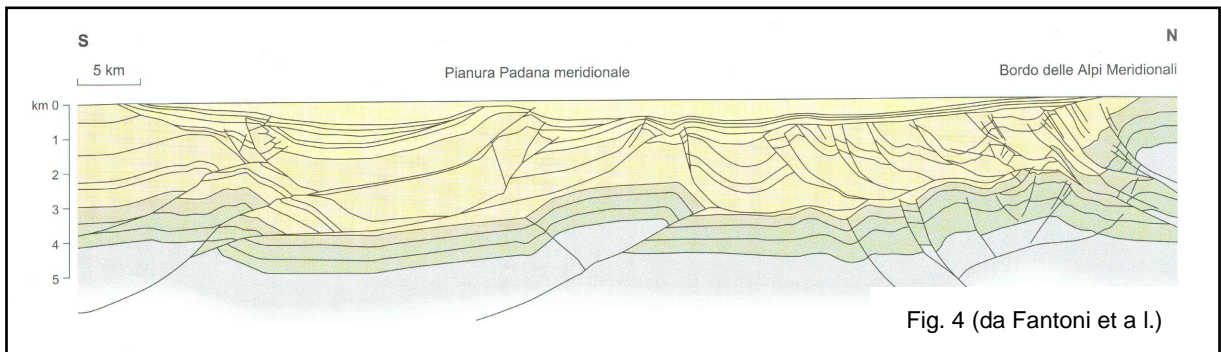


caratterizzate da ripetuti fenomeni di ondulazione assiale e da sovrascorrimenti (fig.3, fig.4, fig.5, fig.6). A questi sistemi di pieghe sono inoltre associate numerose faglie longitudinali, che in alcuni casi, danno luogo alla formazione di dorsali e fosse tettoniche. La comparsa di tali strutture è riferibile ad una fase tettonica di età pliocenica media, dal momento che i sedimenti più recenti coinvolti nella deformazione sono del Pliocene medio-superiore (circa 2 milioni di anni fa) e le strutture stesse sono ricoperte, in discordanza, dai sedimenti plio-pleistocenici marini. Le

strutture in questione, e in particolare le faglie, possono essersi comunque mantenute attive anche in epoche successive, condizionando la sedimentazione della sovrastante coltre quaternaria o dislocandone i termini più antichi (pre-würmiani). Questi movimenti tettonici recenti sono testimoniati da lembi di depositi fluviali del Riss, che emergono, a guisa di piatti isolotti, dalle circostanti alluvioni würmiane, lungo gli assi di alcune strutture positive del substrato (zone di Romanengo, Volongo, Torre de Picenardi, Cava Tigozzi (Braga et alii,

1976)). Studi recenti (Burrato, Ciucci e Valensise, 2001) dimostrano che l'attività tettonica (sollevamenti e abbassamenti) di alcune di queste importanti strutture sepolte può influenzare l'andamento dell'idrografia superficiale, estremamente sensibile ai cambiamenti dei gradienti topografici indotti dall'attività tettonica. Sebbene gran parte di queste strutture siano sede di deformazioni continue ed essenzialmente asismiche, è comunque possibile che alcune di esse, oltre ad essere attive, siano anche sismogenetiche. Questa considerazione nasce dal fatto che esistono evidenti correlazioni tra la presenza di anomalie idrografiche superficiali, indotte dalle strutture sepolte, e importanti terremoti storici (terremoto di Soncino del 1802) localizzati in queste zone.

Non è da escludere che queste importanti strutture sepolte abbiano contribuito in modo decisivo al processo di diversione fluviale del fiume Serio, avvenuto tra l'XI ed il XIV sec (V.Ferrari, 1992). E' plausibile che i lenti movimenti tettonici verticali abbiano indotto impercettibili cambiamenti nei gradienti topografici di superficie, ponendo le basi affinché tale processo potesse realizzarsi definitivamente attraverso quel contributo climatico, storicamente documentato e comunemente riconosciuto come la causa principale della diversione del fiume Serio.



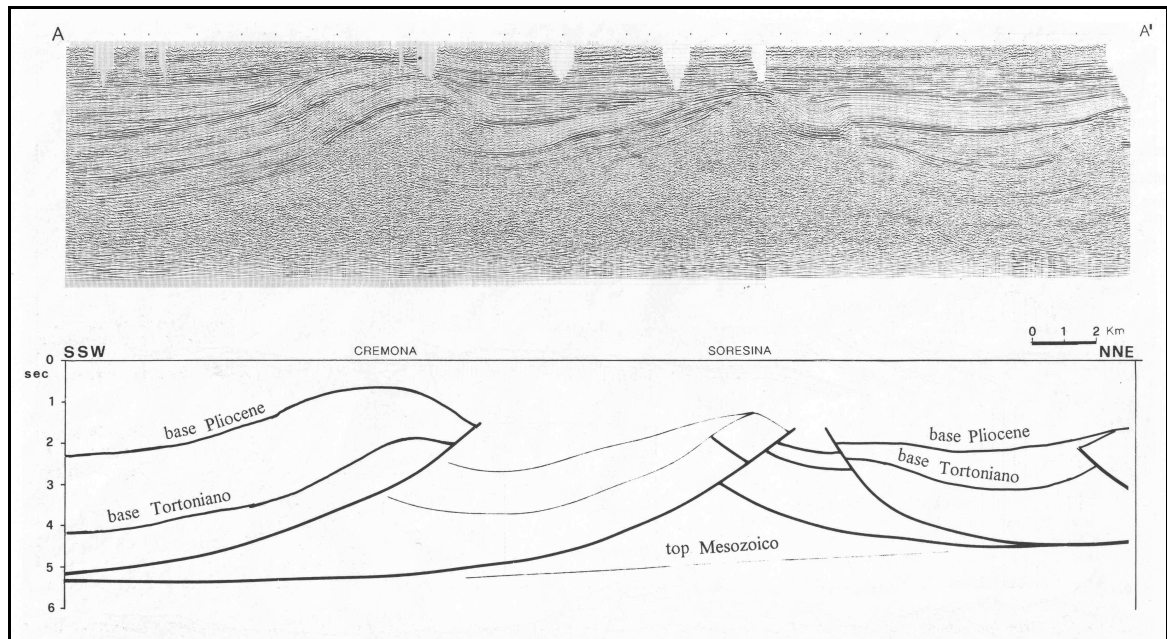


Fig. 6 Sezione sismica A-A' presso Cremona in cui sono evidenti alcuni sistemi a pieghe e sovrascorrimenti, tipiche del basamento terziario del sottosuolo della Pianura Padana (AGIP s.p.a.).

La diversione del fiume Serio.

Questo processo costituisce la più significativa variazione idrografica avvenuta in provincia di Cremona in tempi storici (tra l'XI ed il XIV sec., V. Ferrari 1992). In dettaglio si tratta della cattura per erosione regressiva, da parte del Serio di Montodine, dell'alveo principale dell'attuale corso del Serio e la formazione di un fiume di più modesta entità idraulica ma di grande significato ambientale, il Serio Morto o Serio di Castelleone, che sfocia in Adda a Pizzighettone. L'erosione regressiva ha proceduto da sud-sud-ovest a nord-nord-est ad opera dell'originario affluente minore dell'Adda (Serio di Montodine); questo ha progressivamente demolito la zona di spartiacque che lo separava dall'alveo allora principale del più orientale Serio di Castelleone. Raggiunta la soglia tra i due bacini, a valle di Crema ed a monte di Ripalta Vecchia, le piene del Serio ne hanno scavalcato, dapprima episodicamente, il colmo per poi installarsi definitivamente. Il fiume ha quindi stabilizzato l'alveo nella valle più occidentale ove tuttora scorre.

Per l'analisi geomorfologica e pedologica preliminare sono stati consultati i seguenti lavori:

- Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MIUR), 1997, Carta Geomorfologia della Pianura Padana, scala 1:250.000;
- ERSAL, Provincia di Cremona, 2000, "I suoli della pianura cremonese centrale, carta pedologica".
- ERSAL, Provincia di Cremona, 1997, "Paesaggi e suoli della provincia di Cremona".

Dal punto di vista geomorfologico (Tav. B) il territorio in discussione, ricade quasi per intero, come già accennato nell'analisi geologica preliminare, nel sistema della piana di alluvionamento würmiano, che costituisce il Livello Fondamentale della Pianura (L.F.P.), formato dai depositi fluvioglaciali e fluviali pleistocenici legati al colmamento alluvionale del bacino padano durante l'ultima glaciazione quaternaria. Come si nota nella tavola B, il territorio di San Bassano rientra in un tratto di pianura alluvionale caratterizzata da sedimenti superficiali prevalentemente sabbiosi con una coltre di

alterazione superficiale, che può arrivare anche ad un metro di potenza, diffusa in prevalenza sulle zone morfologicamente più rilevate ed antiche del L.F.P.

La Valle del Serio Morto, costituita da depositi fluviali olocenici recenti, prevalentemente sabbiosi e localmente ghiaiosi in prossimità del fiume Serio, si distingue dalle zone circostanti perché priva di alterazione superficiale.

Nello studio di ERSAL (2000) (vedi All-2 “Carta Geopedologica”) che suddivide in 88 “unità cartografiche” i suoli o i complessi di suoli della pianura cremonese centrale, il territorio comunale di San Bassano è interessato da 9 “unità cartografiche”:

Livello fondamentale della pianura (bassa pianura sabbiosa):

- **U.C.1:** questa unità costituisce la porzione più antica del Livello Fondamentale della Pianura presente all'interno del territorio comunale di San Bassano. Dal punto di vista geomorfologico e pedologico si tratta di un dosso isolato a debole convessità, caratterizzato da suoli molto profondi, su sabbie o sabbie limose, a tessitura grossolana, neutri e con drenaggio moderatamente rapido.
- **U.C.5:** questa unità interessa una piccola porzione del terrazzo morfologico principale situato ad ovest della valle del Serio Morto ed è caratterizzata da suoli molto profondi su substrato sabbioso con scheletro scarso in profondità, tessitura grossolana, neutri in superficie, sub alcalini in profondità e con drenaggio moderatamente rapido.
- **U.C.6:** questa unità costituisce parte del terrazzo morfologico principale situato ad ovest della valle del Serio Morto. E' rappresentata da suoli profondi in genere privi di scheletro, tessitura media (franca) con locali inclusi a tessitura moderatamente grossolana. Reazione neutra, saturi, non calcarei e con drenaggio buono.
- **U.C.44:** costituisce le porzioni del terrazzo morfologico principale più prossime alla valle del Serio Morto. E' rappresentata da suoli moderatamente profondi o profondi a substrato sabbioso, scheletro scarso, tessitura moderatamente grossolana in superficie, grossolana in profondità, da subalcalini ad alcalini, da scarsamente calcarei a calcarei in profondità e con drenaggio buono.

Valli di pianura (alluvioni terrazzate):

- **U.C.48:** costituisce gran parte dei suoli su cui sorge il centro urbano di San Bassano, generalmente profondi ed a substrato sabbioso con ghiaia, scheletro da scarso a comune, tessitura moderatamente grossolana in superficie, grossolana in profondità, neutri in superficie, subalcalini in profondità, non calcarei e con drenaggio buono.
- **U.C.54:** poco presente nel territorio comunale di San Bassano, si trova solamente nel settore settentrionale, a nord di C.na Busca, ed è rappresentata da suoli moderatamente profondi o profondi su substrato sabbioso, tessitura moderatamente grossolana in superficie, grossolana in profondità, neutri, non calcarei e con drenaggio buono.
- **U.C.60:** è l'unità più diffusa e comune della valle del Serio Morto. E' caratterizzata da suoli profondi o moderatamente profondi, su sabbie limose talvolta in falda, scheletro scarso, tessitura media, alcalini, calcarei e con drenaggio mediocre.
- **U.C.62:** seconda alla precedente solo per estensione areale, questa unità è diffusa nella porzione più settentrionale e meridionale della valle del Serio Morto ed è definita dalla presenza di suoli profondi, su limi o sabbie in falda, scheletro scarso in superficie, tessitura media, alcalini, calcarei e con drenaggio mediocre.

- U.C.63: costituisce solo alcune porzioni della valle del Serio Morto ed è caratterizzata da suoli da poco profondi a profondi, limitati da orizzonti idromorfi o dalla falda oscillante, tessitura da moderatamente grossolana a media, con orizzonti organici in profondità, subalcalini o alcalini in superficie, da subalcalini a neutri in profondità, da moderatamente calcarei a calcarei con drenaggio lento.

Per l'**analisi idrografica e idrogeologica preliminare** sono stati consultati i seguenti lavori:

- Braga G. et alii, 1976, Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria, CNR;
- Francani V. et alii, 1992, Studio idrogeologico della provincia di Cremona, quaderni di tecniche di protezione ambientale, Pitagora Editrice Bologna.
- Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002. Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia, a cura di C. Carcano e A. Piccin S.EL.CA. (Firenze).
- Provincia di Cremona, a cura di M. Cremonini Bianchi, Piano Territoriale Paesistico, 1988;
- Provincia di Cremona, Settore Ambiente, Università degli Studi di Milano, "Realizzazione di un modello preliminare del flusso idrico nel sistema acquifero della provincia di Cremona", 2007.

L'elemento idrografico principale è il Serio Morto o Serio di Castelleone che fino alla prima metà del secolo presentava un tracciato a meandri.

Nella prima metà del XX secolo il tracciato originario è stato rettificato e regimato trasformandosi in canale artificiale come risultato della "bonifica integrale" della valle intrapresa dal regime fascista.

Il Serio Morto è alimentato da un esteso bacino idrografico, con acque sorgive ulteriormente rimpinguate da acque provenienti da colatori laterali; presenta regime idraulico perenne.

In concomitanza con eventi meteorici intensi, ha prodotto ripetute esondazioni, concentrate in particolare lungo il tratto terminale a S di S. Bassano. Tali fenomeni sono anche da imputare alla mancata manutenzione che ha consentito un progressivo interrimento dell'alveo che ha come conseguenza l'innalzamento dei livelli idrometrici rispetto al coronamento delle discontinue opere di difesa e pertanto amplifica il rischio di esondazione in occasione di eventi meteorici di particolare intensità.

Gli interventi di pulizia dell'alveo e di ripristino delle quote originali, compiuti negli anni scorsi, hanno fortemente ridotto il livello di rischio di esondazione che tuttavia permane data la morfologia marcatamente depressa lungo la fascia fluviale di pertinenza del Serio Morto.

Altri corsi d'acqua degni di nota sono: la roggia Borromea, derivata dal Serio a Crema, totalmente artificiale, che scorre nell'ambito del P.G.T., il Retorto e il Retortello, che provenienti da N, confluiscono nel Serio Morto all'altezza di S. Bassano creando problemi alla zona "bassa" dell'abitato.

Sempre all'interno della valle fluviale si può notare come il Serio Morto artificializzato sia accompagnato da un corteggio di corsi d'acqua secondari ad andamento naturale che ricalcano prevalentemente l'originario corpo idrico.

L'andamento del flusso della falda superficiale è orientato prevalentemente in direzione O-E, fortemente influenzato dall'asse drenante del colatore Serio Morto.

Il gradiente idraulico medio, stimato per l'acquifero freatico, è 0.1/0.2%, in accordo con i valori medi di questo settore di pianura.

Nello studio eseguito dalla Regione Lombardia in collaborazione con Eni Divisione Agip (2002), vengono riconosciute e cartografate quattro Unità Idrostratigrafiche Sequenziali (UIS) (fig. 7), definite informalmente come gruppo Acquifero A, B, C, D, separate da barriere impermeabili ad estensione regionale. Nel settore di pianura che include il territorio di San Bassano, il limite tra i Gruppi Acquiferi A e B viene segnalato a quote prossime a - 60 m s.l.m., mentre i Gruppi Acquiferi C e D, date le grandi profondità raggiunte, sono di scarso interesse per il presente lavoro. Il Gruppo Acquifero A, è in generale caratterizzato da sedimentazione grossolana, ed è considerato ad elevato rischio d'inquinamento mentre il Gruppo Acquifero B è caratterizzato da depositi di ambiente con minore energia e dalla presenza di falde artesiane maggiormente protette dall'inquinamento di superficie.

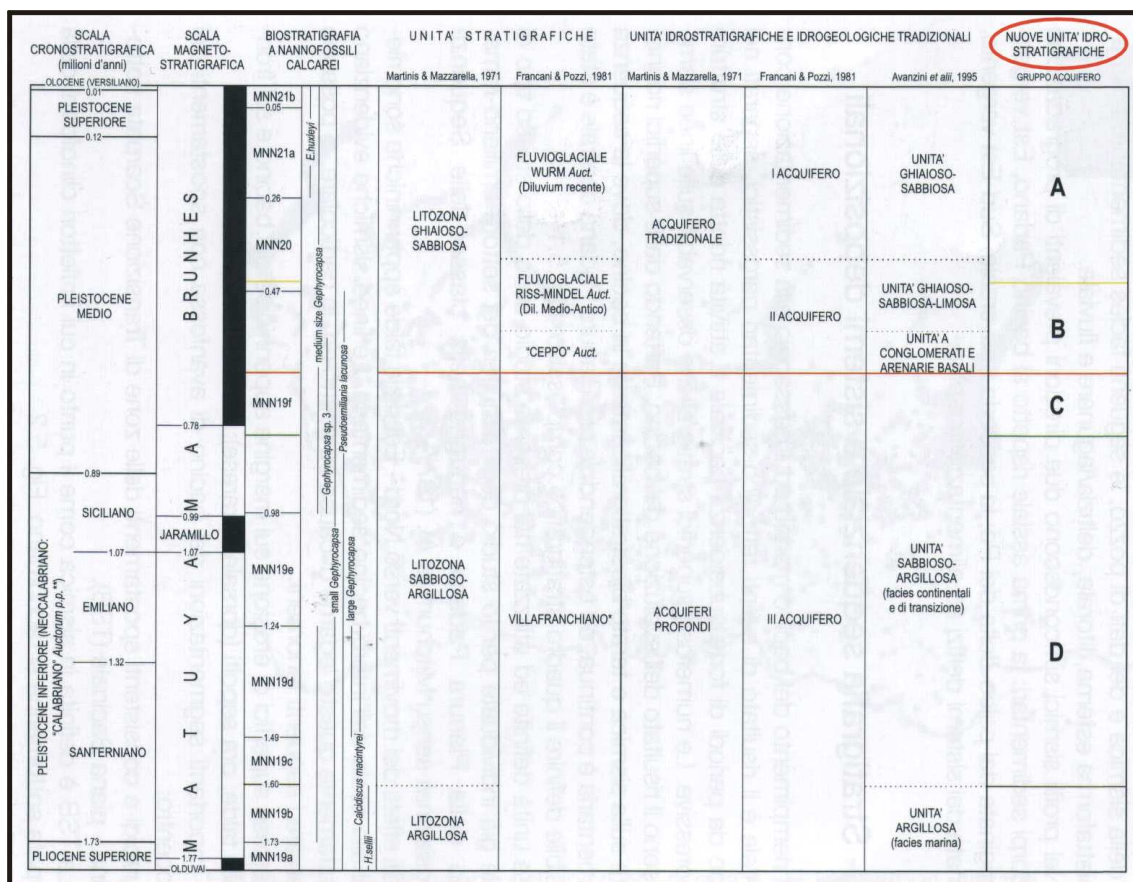


Fig. 7. Schema dei rapporti stratigrafici con evidenziate le “Nuove Unità Idrostratigrafiche” (da Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002).

In realtà il modello idrogeologico di riferimento, nell'area in esame, ricostruito sulla base dei dati a disposizione, delinea una chiara uniformità nella distribuzione dei depositi tra i due Gruppi Acquiferi, come evidenziato anche dalle sezioni geologiche allegare (Allegato 3B, “sezioni geologiche”). Nella Litozona Superficiale è evidente una maggiore componente ghiaioso-sabbiosa, intercalata a strati sabbiosi e argillosi di spessore da decimetrico a metrico. La struttura del sottosuolo profondo, in particolare della Litozona Profonda si presenta infatti abbastanza omogenea, con una netta prevalenza di argille, spesso compatte, anche di notevole spessore (da 20 a 30 m), intercalati a livelli sabbiosi potenti da qualche metro fino a 15-20 m (vedi

stratigrafia Santa Maria dei Sabbioni). Rari i livelli sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi. Queste caratteristiche sono evidenti in quasi tutte le sezioni geologiche (Allegato 3B). La Litozona Superficiale, in prossimità di San Bassano, è potente circa 40 m; il suo spessore rimane relativamente costante anche nei comuni limitrofi.

CAPITOLO 2: GEOMORFOLOGIA ED ELEMENTI PEDOLOGICI

Si descrivono, nei paragrafi che qui seguono, le caratteristiche geomorfologiche del territorio in discussione con un compendio degli elementi di geopedologia.

2.1 Caratteristiche geologiche-geomorfologiche .

Il territorio comunale di San Bassano occupa una superficie di 13.88 Km² nell'ambito della pianura cremonese centrale. La situazione geologica complessiva di questo tratto di pianura risulta, almeno in superficie, decisamente uniforme; affiorano, infatti, unicamente depositi sciolti di origine fluvio-glaciale, articolati secondo l'assetto tipico dei terrazzi incastrati. Il ripiano morfologico più esteso è quello riferibile alla glaciazione wurmiana (Pleistocene Superiore), che assume significativamente il nome di " Livello Fondamentale della Pianura" ed è caratterizzato da marcata regolarità plano altimetrica. Tale superficie suborizzontale risulta solcata da alcune depressioni a fondo piatto che sono sede (o lo sono state in tempi geologicamente assai recenti) degli alvei fluviali dei principali corsi d'acqua. Esse rappresentano le " valli fluviali di pianura" dei corsi d'acqua che ospitano, si sono formate in età olocenica e sono individuate da un sistema di scarpate fluviali convergenti con altezza variabile.

Queste caratteristiche sono ben delineabili anche nel territorio di San Bassano, in cui dal punto di vista geomorfologico, si distinguono i seguenti sistemi principali:

- Il **Livello Fondamentale della Pianura** (L.F.d.P), con il sottosistema della bassa pianura sabbiosa (LF);
- Le **Valli di pianura** dei maggiori fiumi, con il sottosistema delle alluvioni terrazzate (VT).

Sulla base di questa prima suddivisione, basata sull'andamento altimetrico e sull'assetto geomorfologico dell'area, sono state individuate 5 unità geomorfologiche, caratterizzate da differente composizione litologica e pedologica.

Si descrivono di seguito le unità rilevate, elencate secondo età e posizione altimetrica crescenti (vedi: Allegato 1A, "Carta Geologica e Geomorfologica", Allegato 1B, "Sezioni Geomorfologiche" ed Allegato 2 "Carta Geopedologica"):

Sistema: VALLI DI PIANURA

Valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili, rappresentanti il reticolato idrografico olocenico.

▪ Sottosistema: VALLI ALLUVIONALI TERRAZZATE (ALLUVIONI MEDIO-ANTICHE)

Superfici terrazzate costituite da "alluvioni antiche o medie", delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane alluvionali (Olocene antico).

- **Unità VT2:** Terrazzi fluviali subpianeggianti condizionati da un drenaggio lento, causato dal ristagno e dal deflusso di acque provenienti da superfici più rilevate. Coincidono spesso con paleoalvei, conche e depressioni. L'unità è costituita dai seguenti tipi di suoli, in precedenza descritti:

U.C.60: Aquic Ustochrepts

U.C.62: Udifluentic Ustochrepts

U.C.63: Thapto Histic Fluvaquents

- **Unità VT1**: Terrazzi fluviali stabili, delimitati da scarpate erosive evidenti, a morfologia pianeggiante o ondulata, comprendenti antiche linee di drenaggio (paleoalvei) lievemente ribassate ed affrancate dall'idromorfia. L'unità è costituita dai seguenti tipi di suoli:

U.C.48: Udic Haplustalfs;

U.C.54: Udic Haplustalfs.

Sistema: LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA

Piana fluvioglaciale e fluviale costituente il livello fondamentale della pianura (L.F.d.P), formatasi per colmamento alluvionale durante l'ultima glaciazione würmiana.

▪ **Sottosistema: L.f.D.P. della BASSA PIANURA SABBIOSA**

Porzione meridionale di pianura caratterizzata da aree sufficientemente stabili per la presenza di un'idrografia organizzata di tipo meandriforme; è costituita esclusivamente da sedimenti fluviali fini, privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel suolo.

- **Unità LF5**: Superfici limitrofe ai principali solchi vallivi poco ribassate rispetto alla pianura (LF2), generate da antiche divagazioni di corsi d'acqua, delimitate da orli di terrazzo discontinui o raccordate alla superficie modale, talora dotate di pendenze molto basse. Si tratta di superfici per lo più subpianeggianti, poste al margine del L.F.d.P., in posizione altimetrica ribassata e non delimitate da dislivelli evidenti, con substrato sabbioso e liberamente drenante. L'unità è prevalentemente costituita dai seguenti tipi di suoli :

U.C.44 – Udic Haplustalfs.

- **Unità LF2**: Terrazzo principale con superficie modale stabile, pianeggiante o leggermente ondulata, intermedia tra le aree più rilevate (dossi) e depresse (conche e paleoalvei). Si tratta di superfici ben drenate e con substrato sabbioso.

E' composta in prevalenza da due tipi di suoli:

U.C. 5 – Udic Haplustalfs;

U.C. 6 – Ultic Haplustalfs.

- **Unità LF1**: Dossi isolati al centro della pianura a debole convessità ed ampio raggio di curvatura, spesso dolcemente raccordati con la superficie modale per l'assenza di significative incisioni operate da corsi d'acqua attivi o fossili. Sono aree ondulate o subpianeggianti, di forma generalmente allungata, lievemente rilevate e con tracce di erosione idrica superficiale. I suoli sono classificati come:

U.C. 1 – Udic Haplustalfs.

2.2 Caratteristiche geopedologiche.

Il territorio di San Bassano è caratterizzato da condizioni climatiche e geomorfologiche omogenee e da bassa energia del rilievo, pertanto i processi di formazione dei suoli sono stati principalmente influenzati dalla litologia dei substrati, dalla presenza d'acqua nel sottosuolo, dal tempo in cui hanno potuto agire i processi pedogenetici e dagli interventi antropici.

Sulle superfici che costituiscono il L.F.d.P. (LF) la pedogenesi ha potuto agire per tempi molto lunghi per cui sono presenti generalmente suoli evoluti appartenenti all'ordine degli Alfisuoli, poco influenzati dalle originarie differenze litologiche dei substrati (unità geomorfologiche LF1, LF2 e LF5).

Sulle superfici delle alluvioni fluviali terrazzate (unità geomorfologica VT1e VT2) è evidente l'esistenza di una passata influenza fluviale; si tratta di aree ormai stabili che hanno subito l'azione dei fattori pedogenetici per un periodo più breve rispetto al livello fondamentale della pianura, portando così alla formazione di suoli meno evoluti rispetto ai precedenti, appartenenti all'ordine degli Inceptisuoli. E' comunque possibile riscontrare localmente l'esistenza di suoli meno evoluti appartenenti all'ordine degli Entisuoli, soprattutto nelle parti più interne ed umide della valle del Serio Morto.

I principali tipi di suolo presenti nell'area esaminata, classificati secondo le definizioni della Soil Taxonomy (U.S.D.A.) sono rappresentati dagli **Alfisuoli**, dagli **Inceptisuoli** e subordinatamente dagli **Entisuoli**.

Le unità tassonomiche prevalenti sono:

ORDINE	SOTTORDINE	GRANDE GRUPPO	SOTTOGRUPPO
ALFISOLS	USTALFS	HAPLUSTALFS	UDIC HAPLUSTALFS
INCEPTISOLS	OCHREPTS	USTOCHREPTS	AQUIC USTOCHREPTS
"	"	"	UDIFLUVENTIC USTOCHREPTS
ENTISOLS	AQUENTS	FLUVAQUENTS	THAPTO HISTIC FLUVAQUENTS

2.2.1 Alfisuoli

Si tratta di suoli di gran lunga più diffusi sull'intero livello pleistocenico della pianura. Si rinvengono in modo pressoché esclusivo anche sulle porzioni leggermente depresse e idromorfe della pianura.

Sono suoli che presentano un buon grado di evoluzione, dato dal fatto che la pedogenesi ha potuto agire per tempi molto lunghi consentendo la lisciviazione delle basi dagli orizzonti superficiali e la formazione del caratteristico orizzonte argillico, quasi ovunque presente al di sotto dell'orizzonte arato. Il ferro liberato dal materiale parentale si trova per lo più legato all'orizzonte argillo-umico, conferendo all'orizzonte argillico quella caratteristica colorazione rossastra. I carbonati rimossi dagli orizzonti superficiali tendono spesso ad accumularsi in profondità. Le tessiture sono variabili, con prevalenza di quelle medie (fine-loamy, fine-silty) su quelle moderatamente grossolane; lo scheletro è quasi sempre assente o molto scarso.

Si sono sviluppati, in condizioni climatiche certamente più umide e percolative delle attuali, su superfici stabili purché caratterizzate dall'assenza di processi di ringiovanimento significativi.

Nell'area oggetto dell'indagine sono presenti Alfisuoli appartenenti al Sottordine degli *Ustalfs*, Grande Gruppo degli *Haplustalfs* e Sottogruppo *Udic Haplustalfs*.

Gli *Haplustalfs* del territorio sono suoli profondi, presentano una colorazione bruno-rossastra, la tessitura va da franco-sabbiosa a franco-limosa, la reazione è neutra, sono generalmente decarbonatati ed il drenaggio è buono.

2.2.2 Inceptisuoli

Gli inceptisuoli rappresentano suoli moderatamente evoluti, ma meno degli Alfisuoli, in cui i processi pedogenetici hanno agito in modo limitato ma sufficiente a differenziare nel profilo alcuni orizzonti diagnostici, quale l'orizzonte cambico oppure l'orizzonte calcico. I carbonati se presenti nel materiale parentale, vengono rimossi parzialmente,

ed in alcuni casi totalmente; l'alterazione del materiale parentale libera tra l'altro ossidi di ferro che conferiscono nei suoli a drenaggio libero, una tipica colorazione bruna.

Il sottordine degli Ochrepts sono caratterizzati da un epipedon ochrico e un regime di umidità udico.

Nell'area oggetto dell'indagine sono esclusivamente presenti con il Grande Gruppo degli *Ustochrepts* ed appartengono ai seguenti sottogruppi: *Aquic Ustochrepts* e *Udifluventic Ustochrepts*.

I primi sono particolarmente diffusi lungo la valle del Serio Morto e presentano una profondità anche superiore ad un metro, talvolta con drenaggio buono, piuttosto che mediocre. Presentano inoltre materiali decisamente più ricchi di limo per diverse decine di centimetri di profondità ed un passaggio più brusco al substrato sabbioso grossolano. L'orizzonte cambico è abbastanza ben espresso.

I secondi si rinvergono nella porzione settentrionale e meridionale della valle del Serio Morto e rappresentano suoli a granulometria limoso fine, a falda poco profonda. La tessitura è prevalentemente franco-limosa ed i materiali sono da calcarei a molto calcarei.

2.2.3 Entisuoli

Gli entisuoli rappresentano suoli a scarsissima evoluzione del profilo, privi di orizzonti pedogenetici distinti e diagnostici. La pedogenesi ha qui potuto determinare al più una modesta alterazione in posto e la scarsa o parziale decarbonatazione del profilo. Le cause di tale situazione sono da ascrivere alla mancanza di un tempo sufficientemente lungo per la loro formazione; sono infatti tipici delle superfici più recenti, prossime agli alvei fluviali, soggette a continui processi di ringiovanimento per erosione e/o deposizione.

Nel territorio comunale di San Bassano costituiscono piccole superfici situate in posizione marginale rispetto alla valle del Serio Morto, alla base del terrazzo morfologico principale. Probabilmente in passato costituivano antiche aree di palude in seguito bonificate. Sono esclusivamente presenti con il Grande Gruppo dei *Fluvaquents*, Sottogruppo *Thapto Histic Fluvaquents* con substrati spesso costituiti da livelli di torba. I suoli sono da poco profondi a profondi, limitati da orizzonti idromorfi o da falda oscillante, con tessitura da moderatamente grossolana a media, con orizzonti organici in profondità e con drenaggio è lento.

Unità Geomorfológica	Unità Geopedologiche USDA'94	Unità Cartografiche ERSAL (U.C.)
LF1	<u>Udic Haplustal</u> coarse-loamy mixed mesic	1
LF2	<u>Udic Haplustal</u> coarse-loamy over sandy mixed mesic	5
	<u>Udic Haplustal</u> fine-loamy mixed mesic	6
LF5	<u>Udic Haplustal</u> fine-loamy over sandy mixed mesic	44
VT1	<u>Udic Haplustal</u> coarse-loamy mixed mesic	48
	<u>Udic Haplustal</u> fine-loamy over sandy mixed mesic	54
VT2	<u>Aquic Ustochrept</u> coarse-loamy over sandy mixed mesic	60
	<u>Udifulventic Ustochrept</u> fine-silty mixed mesic	62
	<u>Thapto Histic Fluvaquent</u> coarse-loamy mixed mesic	63

CAPITOLO 3: IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Si descrivono di seguito i caratteri idrografici e idrogeologici del territorio di San Bassano, a tal fine sono stati prodotti uno schema idrografico (fig. 6) una carta idrogeologica (Allegato 3A) e le sezioni geologiche (Allegato 3B).

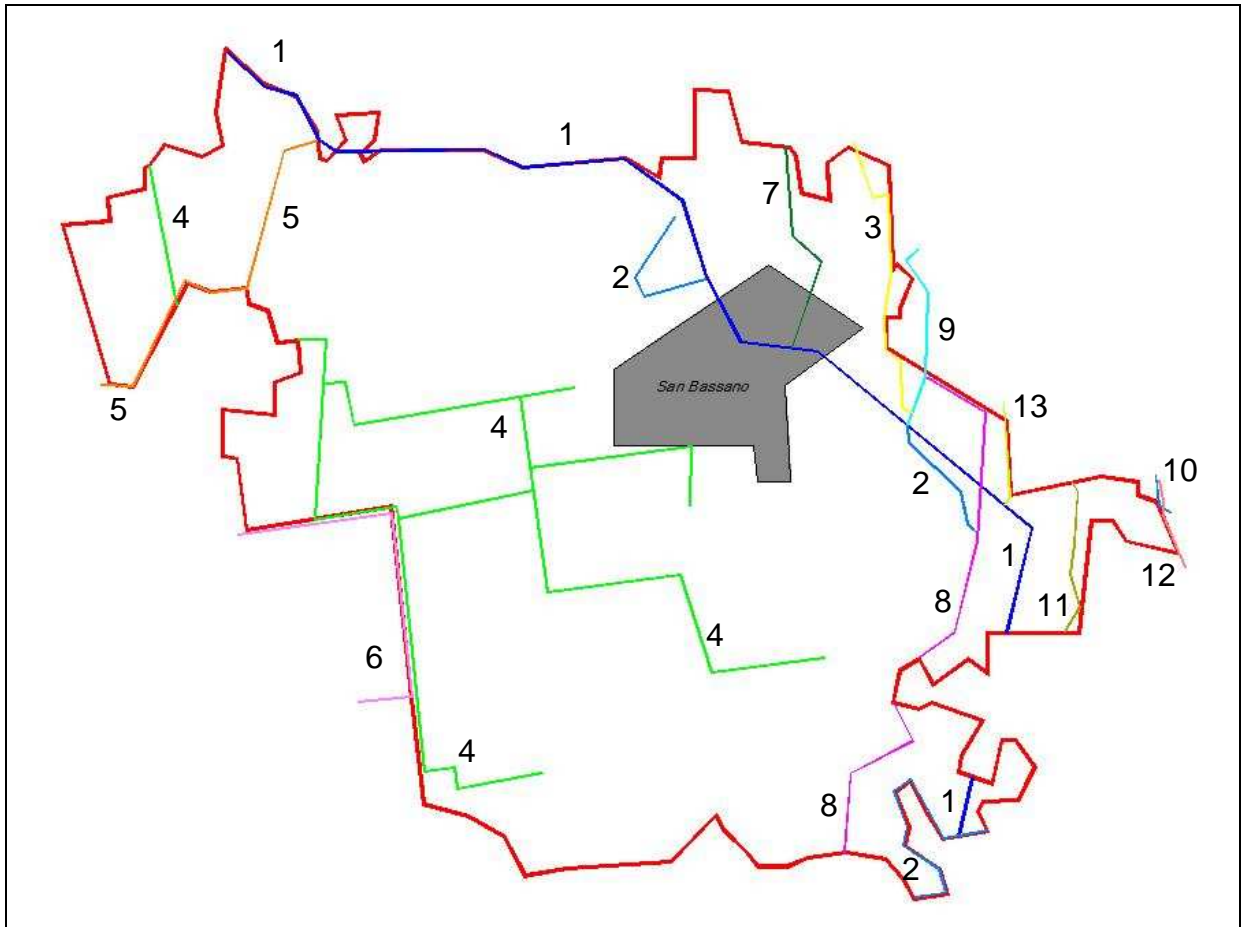


Fig. 6. Schema idrografico

Nella tabella seguente è riportato l'elenco dei corsi d'acqua individuati nel territorio comunale di San Bassano, con il rispettivo numero d'identificazione nella Carta dei vincoli di natura geologica (All-4A e 4B):

ELENCO CORSI D'ACQUA	
1	Colatore Serio Morto
2	Ramo secondario Serio Morto
3	Cavo Retorto
4	Roggia Borrimea
5	Roggia Archetta Pallavicina
6	Ramo roggia Archetta
7	Roggia Montalbana
8	Roggia Renata
9	Cavo Retortello
10	Roggia Bernardella
11	Roggia Fina
12	Roggia Gallotta
13	Roggia Seriola

Nel territorio comunale sono presenti i seguenti corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche:

1. Corsi d'acqua appartenenti all'Elenco Principale delle Acque Pubbliche D.Luog. 23.5.1918:
 - a) Canale colatore Serio Morto (n.12).
2. Corsi d'acqua in III° Elenco Suppletivo Acque Pubbliche n. 121 del D.P.R. 01.02.1957, G.U. 14.06.57 n. 149.
 - a) Colatore Casso Retorto (n.101).

Nel territorio comunale i corsi d'acqua, qui di seguito elencati, si suddividono tra Reticolo Idrico Principale (di competenza regionale) e Reticolo Idrico Minore (di competenza comunale):

1. Corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale, individuato dall'Allegato A, della D. G. R . 1.08.2003 N. 7/13950 e ss. mm. ed ii:
 - a) Canale colatore Serio Morto (CR005);
2. Corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore.
 - a) Roggia Borromea
 - b) Cavo Retortello
 - c) Roggia Archetta Pallavicina
 - d) Ramo Roggia Archetta
 - e) Roggia Montalbana
 - f) Roggia Renata
 - g) Roggia Bernardella
 - h) Roggia Fina
 - i) Roggia Gallotta
 - j) Roggia Seriola

3.1 Idrografia, rischio idraulico e difese idrauliche di piano

L'elemento idrografico principale è il Serio Morto o Serio di Castelleone che fino alla prima metà del secolo presentava un tracciato a meandri.

In epoca successiva il tracciato originario è stato rettificato e regimato trasformandosi in un canale artificiale a seguito della "bonifica integrale" della valle intrapresa dal regime fascista.

Il Serio Morto è alimentato da un esteso bacino idrografico con acque sorgive ed ulteriormente rimpinguato da acque provenienti da colatori laterali. Presenta regime idraulico perenne, in parte regolato artificialmente.

Altri corsi d'acqua degni di nota sono: la roggia Borromea, derivata dal Serio a Crema, totalmente artificiale, che scorre nell'ambito del P.G.T.; il Retorto, il Retortello e Roggia Montalbana, che provenienti da N, confluiscono nel Serio Morto all'altezza di S. Bassano i primi due, circa 1 km a SE dell'abitato il terzo; la Roggia Archetta Pallavicina ed il suo ramo secondario che scorrono lungo il confine occidentale del Comune e le Rogge Renata, Fina, Bernardella, Gallotta e Seriola situate a SE dell'abitato di S. Bassano.

Sempre all'interno della valle fluviale si può notare come il Serio Morto artificializzato sia accompagnato da un corteggio di corsi d'acqua secondari ad andamento naturale che ricalcano prevalentemente l'originario corpo idrico.

In passato, in concomitanza ad eventi meteorici intensi, il Colatore Serio Morto ha prodotto esondazioni concentrate in particolare lungo il tratto terminale a Nord e a Sud di S. Bassano. Tali fenomeni sono da imputare a cause antropiche, quale la mancata manutenzione che ha consentito un progressivo interrimento dell'alveo.

L'interrimento del fondo ha come conseguenza l'innalzamento dei livelli idrometrici rispetto al coronamento delle opere di difesa e pertanto tende ad amplificare il rischio di esondazione in occasione di eventi meteorici di particolare intensità.

Gli interventi di pulizia dell'alveo e di ripristino delle quote originali, compiuti negli anni scorsi, hanno fortemente ridotto il livello di rischio di esondazione che tuttavia tende a permanere in alcune zone a Nord di San Bassano data la morfologia marcatamente depressa lungo la fascia fluviale di pertinenza del Serio Morto.

Analogo problema si riscontra nell'area situata ad Est e Nord-Est di San Bassano che, a seguito di eventi meteorici particolarmente intensi, è spesso soggetta a fenomeni di esondazione del Cavo Retorto, Retortello e di Roggia Montalbana con conseguente allagamento delle zone urbanizzate circostanti.

Nella carta delle difese idrauliche di piano (Allegato 11), nella carta di sintesi (Allegato 6A-6B) ed in carta di fattibilità geologica (Allegato 7A-7B) sono stati proposti alcuni interventi di mitigazione del rischio idraulico derivante dalle problematiche sopracitate:

- 1- Realizzazione di una nuova cassa di espansione sul Colatore Serio Morto a monte dell'abitato di S.Bassano, per consentire la laminazione delle portate di piena in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi;
- 2- Realizzazione di una nuova opera di regolazione sul Colatore Serio Morto a valle della cassa di espansione di progetto che consentirebbe di regolare le portate in entrate nell'abitato di S.Bassano;
- 2b-Realizzazione di una nuova opera di regolazione nel Comune di Castelleone-Soresina, presso il nodo idraulico Cavo Retorto/Roggia Montalbana. Ciò consentirebbe la deviazione delle portate di piena della Roggia Montalbana al Cavo Retorto, riducendo notevolmente il rischio di esondazione lungo la Roggia Montalbana nel centro abitato di S.Bassano;
- 3- Manutenzione straordinaria, risezionamento di Roggia Montalbana per facilitare il deflusso delle acque nelle zone soggette a maggiore criticità idraulica;
- 4- Manutenzione straordinaria, risezionamento del Cavo Retorto per facilitare il normale deflusso delle acque nelle zone soggette a maggiore criticità idraulica e delle portate di piena provenienti da monte;
- 5- Manutenzione straordinaria, risezionamento del Cavo Retortello per facilitare il normale deflusso delle acque e delle portate di piena provenienti dal Cavo Retorto;
- 6- Realizzazione di una nuova chiusa a monte del ramo secondario del Cavo Retorto per limitare e ridurre l'afflusso delle acque dal Cavo Retorto alla Roggia Montalbana.
- 7- Realizzazione di un nuovo scolmatore di piena, ed annesse opere di regolazione, del Cavo Retorto a monte dell'abitato di S.Bassano per consentire il trasferimento delle portate di piena al Cavo Retortello ed infine al Colatore Serio Morto localizzato a sud-est del centro abitato di S.Bassano;
- 8- Realizzazione di un nuovo sottopasso all'intersezione tra il colatore Retorto e la SP38.

Sono stati inoltre proposti e segnalati in carta tre siti idonei ad un eventuale sfruttamento idroelettrico. Due sono localizzati a valle della cassa di espansione del Colatore Serio Morto, in corrispondenza di opere di regolazione proposte ed esistenti; il terzo potrebbe sfruttare il salto idraulico esistente alla confluenza del

Cavo Retorto/Retortello con il Colatore Serio Morto, a sud-est dell'abitato di S.Bassano.

3.2 Idrogeologia

Come visto in precedenza nel territorio di San Bassano, il flusso idrico generale della falda è orientato prevalentemente in direzione OE, per l'azione drenante del Colatore Serio Morto.

Il gradiente idraulico medio, misurato per l'acquifero freatico, è 0.2% (leggermente superiore in prossimità della valle del serio Morto), in linea con i valori medi di questo settore di pianura.

L'idrogeologica del territorio comunale è stata ricostruita correlando le stratigrafie dei pozzi pubblici, terebrati dal Consorzio per l'Acqua Potabile in S. Bassano, Cornaletto, Zanengo e S. Maria dei Sabbioni.

Dall'esame di questi dati si è ricavato un modello idrogeologico di riferimento suddiviso in 3 litozone e riportato nelle sezioni idrogeologiche allegate. Procedendo dalla superficie si incontrano:

- Litozona superficiale. Si estende da p. c. a 30 m circa di profondità, è costituita prevalentemente da strati sabbiosi con qualche livello di ghiaietto, sede di falda freatica a permeabilità elevata, l'alimentazione dell'acquifero avviene per infiltrazione di acque meteoriche o da corpi idrici superficiali e pertanto è caratterizzata da una elevata vulnerabilità.
- Litozona intermedia. Si sviluppa dal letto della precedente a circa 110 m dal p. c.; dal punto di vista litologico è caratterizzata da un'alternanza di lenti e strati sabbiosi ed argillosi, a volte con presenza di livelli torbosi, i singoli strati non sono direttamente correlabili a causa della variabilità dell'ambiente di deposizione, la prevalenza di un litotipo sull'altro varia localmente; procedendo in direzione SW verso la valle dell'Adda le stratigrafie mostrano una progressiva riduzione dei livelli argillosi. Verso il letto della litozona sono generalmente presenti acquiferi sabbiosi di considerevole spessore. La permeabilità degli acquiferi di circa 10^{-4} m/s è favorevole e laddove gli spessori sono rilevanti, la potenzialità è buona (circa 50 l/s). Le acque di questa litozona possono contenere ferro o manganese, sono pertanto indispensabili interventi di potabilizzazione. La vulnerabilità degli acquiferi è modesta nella parte superiore della litozona, bassa nella parte inferiore grazie alla protezione esercitata dai livelli argillosi impermeabili e alla modalità di alimentazione, tanto più remota quanto più profondo è l'acquifero.
- Litozona profonda. Si sviluppa a partire dal letto della precedente, con prevalenza di depositi argillosi di notevole spessore intercalati a livelli sabbiosi e con presenza di livelli torbosi e ligniti. Livelli acquiferi di buona potenzialità e sede di falde artesiane sono rinvenibili a profondità notevoli, oltre i 150 m da p. c. In tali acquiferi spesso si ritrovano, oltre a ferro e manganese, anche presenza di ammoniacali. La vulnerabilità degli acquiferi dalla superficie è estremamente ridotta.

Descrizione della carta Idrogeologica (Allegato 3A): il territorio in esame è suddiviso in zone a differente permeabilità ed a diversa soggiacenza della falda superficiale. La soggiacenza della falda superficiale è stata così distinta:

- Da 1.00 a 1.50 m;
- Da 1.50 a 2.00 m
- > 2.00 m.

Si possono distinguere aree con differenti caratteristiche di soggiacenza della falda, fortemente influenzata dalla presenza di corsi d'acqua a carattere drenante come il

Serio Morto dalla variabilità altimetrica e morfologica locale, caratterizzate da zone particolarmente depresse, come le valli, solchi di drenaggio secondario e paleoalvei e zone più elevate, come i terrazzi principali, secondari e le valli terrazzate. La falda superficiale nella valle principale del Serio Morto e nelle zone più depresse sarebbe naturalmente affiorante, provocando impaludamenti stagionali, se non fosse stata drenata dalle secolari opere di bonifica. Nonostante ciò, durante il trimestre irriguo giugno/luglio/agosto, la falda rimane prossima al piano campagna con soggiacenza oscillante tra 1.00 e 1.50 m (localmente anche più profonda per l'effetto drenante del Colatore serio Morto).

Le valli terrazzate (VT1) prossime al Livello Fondamentale della Pianura e lo stesso terrazzo principale, morfologicamente più rilevati rispetto alle aree precedenti, presentano un livello della falda superficiale in genere superiore a 1.50, con soggiacenza anche superiore a 2-2.50 m nelle aree più rilevate dell'L.F.d.P.

Le classi di permeabilità attribuite sono le seguenti:

- medio bassa (permeabilità: $10^{-7} < K < 10^{-6}$ m/s);
- media (permeabilità: $10^{-6} < K < 10^{-5}$ m/s);
- alta (permeabilità: $10^{-4} < K < 10^{-3}$ m/s).

Il diverso grado di permeabilità è stato introdotto in carta analizzando la tessitura e la granulometria degli strati superficiali, tenendo conto della composizione litologica e dei dati geopedologici ERSAL. Ciò ha consentito di distinguere zone con differenti caratteristiche dal punto di vista della permeabilità del suolo.

La permeabilità è medio/bassa nei suoli appartenenti alle piccole superfici situate in posizione marginale rispetto alla valle del Serio Morto, alla base del terrazzo morfologico principale, in genere ricche in materiale organico. Probabilmente in passato queste aree costituivano antiche aree di palude in seguito bonificate. E' medio/bassa anche nei terreni della valle del Serio Morto in cui prevale la componente limosa e limoso-sabbiosa su quella sabbiosa.

La permeabilità è media in presenza di terreni sabbiosi con presenza di limo, diffusi sia nella valle del Serio Morto che sui terrazzi principali, in particolare sulla porzione più occidentale del terrazzo principale.

Dove la componente sabbiosa è predominante, la permeabilità è stata considerata alta; appartengono a questa le porzioni più orientali del terrazzo morfologico principale (LF5), le aree più stabili della valle del Serio Morto, distanti dal corso d'acqua e situate al margine del terrazzo morfologico principale e le restanti aree del terrazzo occidentale, caratterizzate dall' assenza della componente limosa e con terreni prevalentemente sabbiosi.

E' da considerare che l'elevata permeabilità superficiale, unita ad uno spessore di suolo generalmente modesto, contribuisce ad aumentare il grado di vulnerabilità idrogeologica dell'acquifero superficiale.

3.3 Pozzi pubblici

L'approvvigionamento idropotabile è garantito dal servizio pubblico che si avvale di due pozzi, ubicati entrambi nel centro urbano di San Bassano.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei due pozzi:

Pozzo di Via Cavour (Codice 0190880002):

profondità filtri: da 90.8 a 95.8 m
da 129.5 a 138.7 m

Il pozzo di via Cavour è stato perforato nel 1976 dalla ditta F.lli Costa S.p.a. e raggiunge la profondità massima di 145 m.

Pozzo di Piazza Kennedy (Codice 0190880003):
profondità filtri: da 130 a 138 m

Il pozzo di Piazza Kennedy è stato perforato nel 1991 dalla ditta Testa e raggiunge la profondità massima di 204 m.

Dai dati riportati nella scheda tecnica dei pozzi per uso idropotabile si evincono le informazioni relative ai diametri delle tubazioni di rivestimento in acciaio e le caratteristiche e le profondità dei tratti filtranti. L'analisi dello schema costruttivo dei pozzi evidenzia che la cementazione dichiarata (se fatta a regola d'arte), unitamente ai tamponi di argilla in profondità, dovrebbero impedire la miscelazione tra l'acqua di falda libera e le acque prelevate dalle falde sottostanti.

I tratti filtranti sono tutti posizionati a profondità superiore a 90 m, per cui non dovrebbero risentire di scambi con la falda libera.

Si allegano le schede di censimento dei pozzi con le relative analisi chimiche effettuate (Allegato 8). In Carta Idrogeologica (Allegato 3A) sono riportate le ubicazioni dei pozzi idropotabili e dei pozzi privati, mentre nella Carta dei vincoli di natura geologica (Allegato 4A), nella Carta di Sintesi (Allegato 6A e 6B) e nella Carta di fattibilità delle azioni di piano (Allegato 7A e 7B) sono evidenziate le aree di rispetto e di tutela assoluta stabilite dal Decreto Legislativo 258/00 art. 5.

CAPITOLO 4: GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Si analizzano, in questo capitolo, i dati geotecnici e sismici raccolti e definite le caratteristiche geotecniche e sismiche del territorio in discussione.

4.1 Analisi geotecnica.

Nel territorio in esame sono state eseguite dallo scrivente una serie di indagini geognostiche, la cui ubicazione è rappresentata in Carta Geotecnica (Allegato 5) e PSL ed in Carta di Sintesi (Allegato 6A e 6B). Le indagini vengono di seguito descritte:

- La prima indagine geognostica (indicata con il n.2 in cartografia), eseguita nel mese di Maggio del 2006, riguarda il sito di costruzione di una nuova vasca per il depuratore comunale posto alla periferia sud est dell'abitato, in sinistra idrografica del colatore Serio Morto, coordinate geografiche long. 9°48'51", lat.45°14'40", quota 50-51 m slm.

L'area in esame è compresa nella formazione "Alluvioni antiche della valle del Serio Morto" (unità geomorfologica VT2), soggiacente, in questa zona, circa 6 m dal più rilevato ed antico "Piano fondamentale della pianura" su cui sorge il nucleo dell'abitato antico di San Bassano. Le due formazioni sono tra loro raccordate da un terrazzo morfologico che si osserva ad occidente del sito di progetto, discosto circa 500 m.

Le alluvioni deposte dal fiume Serio Morto sono, in questa zona, di natura prevalentemente sabbiosa e si alternano a livelli più limosi, mentre sono assai rare le intercalazioni ghiaiose. Le alluvioni recenti non presentano elevato grado di addensamento, al tetto della formazione che risente dei ripetuti episodi di deposizione, operati dal corso d'acqua in tempi geologicamente recenti.

La morfologia di questo settore della valle del Serio Morto è uniformemente pianeggiante; la bonifica integrale, eseguita nella prima metà del secolo trascorso ha rettificato l'alveo del corso d'acqua che, come si nota osservando la cartografia allegata, scorre ora in forma di canale; sono stati abbandonati, contestualmente i meandri in cui si muoveva il fiume generando dei reliquari che, in questi decenni, sono stati interrati.

E' più che probabile che il sito del depuratore si collochi in corrispondenza di uno di questi antichi meandri e pertanto, in questo terreno è da attendersi una variabilità litologica elevata.

L'indagine geognostica si compone di 3 prove penetrometriche statiche (CPT), collocate intorno al letto di raccolta dei fanghi del depuratore e formanti, all'incirca, un triangolo equilatero.

Il sondaggio con escavatore meccanico ha raggiunto lo scopo di osservare direttamente la successione stratigrafica dei primi metri di terreno dalla superficie. La stratigrafia di sondaggio individua, al di sotto di un primo livello di terreno agrario, terreni prevalentemente granulari, sabbiosi poco addensati, con alternanze sabbioso limose fino alla massima profondità raggiunta pari a circa -2,80 m da p.c.. In particolare si è osservato, nello strato tra 2 m da p.c. e fondo foro, 2,80 m da p.c., presenza di sabbia grigia medio fine, poco addensate entro cui si collocherà il nucleo centrale della vasca di progetto

Le tre prove penetrometriche statiche si sono spinte fino alla massima profondità di -10,40 m da p.c. e con esse si è caratterizzato geotecnicamente il terreno.

Il modello geologico di riferimento, che si ricava dalla indagine geognostica, è il seguente:

- copertura superficiale, costituita da terreno agrario, prevalentemente limoso sabbioso, potente da 0,40 a 0,60 m;
- al letto del terreno agrario è presente uno strato, costituito da alternanze di sabbie, e sabbie limose con letto a 3,20-4,20 m da p.c. mediamente addensato (R_{pm} 25 Kg/cm²) passante lateralmente a sabbia fine grigia scarsamente addensata (R_{pm} 10 Kg/cm²) probabilmente da riferire ad un palemeandro interrato del Serio Morto. Le qualità geotecniche di questi terreni migliorano, in generale;
- al di sotto del secondo livello, fino a 6- 6,20 m da p.c., prevalgono sabbie ben addensate che si arricchiscono, progressivamente, della componente ghiaiosa, fino a raggiungere una elevata resistenza penetrometrica, >80 Kg/cm².

La sola CPT 2 è stata approfondita oltre quota 6 m e, raggiungendo 10,40 m da p.c., ha evidenziato la presenza di un livello, sabbioso - limoso, tra 6 e 7,80 m, di ben scarse caratteristiche geotecniche (R_{pm} 1-2 Kg/cm²) ; oltre 7,80 m ritornano sabbie con buon addensamento (R_{pm} 30 Kg/cm²) .

La falda, misurata nei perfori di prova, a -2,90 - 3,20 m da p.c., è drenata dal vicino colatore Serio Morto; si può indicare in 0,50 m dalla quota attuale l'incremento estivo dovuto alle forti irrigazioni; il flusso idrico di falda segue il gradiente idraulico locale con pendenza che si accentua in prossimità del corso d'acqua.

- La seconda indagine geognostica (indicata con il n.1 in cartografia), eseguita nel mese di Marzo del 2009, riguarda il sito di costruzione di una nuova palestra presso il centro sportivo
In prima analisi si nota che le prove eseguite sono caratterizzate da tripartizione del sottosuolo con: litozona superficiale scarsamente addensata

di natura organica, presenza abbondante di torba; litozona intermedia, lenticolare, sabbiosa addensata e litozona profonda caratterizzata da granulometria maggiore (ghiaietto, ghiaia e sabbia).

La falda è segnalata a profondità compresa tra -1.10 e -1.30 m da p.c.

In dettaglio si distinguono:

- Copertura superficiale di terreno agrario brunificato, presente su tutta la superficie con spessore da 0.40 a 0.80 m;
- al di sotto della copertura si riscontrano depositi limoso sabbiosi con intercalazioni di lenti torbose e localmente con lignite, fino a 2.80 e 3.80m;
- da 2.80-3.80 m fino a circa 8.20 m da p.c. è presente una litozona molto addensata, costituita da sabbia e ghiaia con qualche intercalazioni di lenti di sabbia leggermente meno addensata;
- chiudono la successione stratigrafica depositi sabbiosi fini, che si ritrovano fino a -8.60 m (massima profondità indagata).

Sulla base dei dati a disposizione, si è pervenuti ad una prima caratterizzazione geotecnica dei terreni del territorio in discussione. Si è rilevata la presenza generalizzata di terreno agrario, potente da 30 a 80 cm, che ha qualità geotecniche scarse per la componente organica in esso presente; sarà cura di chi eseguirà opere di edilizia ed urbanizzazione rimuovere questo livello di copertura. Si è operata la classificazione relativa ai primi 2 m da p.c. finalizzata ad una prima caratterizzazione dei terreni di fondazione che necessitano di conferma o smentita durante le indagini geotecniche esecutive.

Le tipologie individuate, riportate in “Carta geotecnica e di pericolosità sismica locale” (Allegato 5), sono qui di seguito descritte:

Unità geotecnica 1) Dossi, terrazzi principali e terrazzi fluviali stabili caratterizzati da superfici pianeggianti o debolmente ondulate con vulnerabilità idrogeologica medio/bassa. Terreni prevalentemente sabbiosi con intercalazioni di limo e/o ghiaia. Drenaggio buono. Falda con soggiacenza >1.50 m, localmente da 1.50 m a 2.50 m. Angolo di attrito interno ϕ presunto non superiore a 30°-35°.

Caratteristiche geotecniche buone.

Rientrano in questa categoria tutti i terreni appartenenti a quelle superfici ormai stabili del Livello Fondamentale della Pianura: i terrazzi morfologici principali posti ad occidente ed oriente della valle del Serio Morto, appartenenti all’unità geomorfologica LF2 e LF5 ed il dosso isolato identificato con l’unità geomorfologica LF1.

Dal punto di vista geologico-tecnico si caratterizza come segue:

- falda superficiale soggiacente oltre 1.5 - 2.00 m da p.c. (localmente anche superiore);
- copertura superficiale limoso-sabbiosa di circa 2 m con alternanze di sabbie medie;
- al letto della copertura compaiono depositi ghiaioso-sabbiosi

Le condizioni di edificabilità su questi terreni è buona.

Tuttavia la permeabilità dei depositi e l’ assenza o la ridotta consistenza di orizzonti impermeabili a protezione della falda consigliano un approfondimento di indagine idrogeologica, segnatamente nel caso si prevedano insediamenti produttivi.

Unità geotecnica 2) Valli terrazzate delimitate da scarpate erosive evidenti. Terreni prevalentemente sabbiosi (ϕ 30°-35°) e sabbioso-limosi (ϕ 25°-30°). Falda in genere superiore a 1.50 m. **Caratteristiche geotecniche mediocri**

Unità geotecnica 3) Valle alluvionale terrazzata del Serio Morto. Terreni prevalentemente limoso-sabbiosi (ϕ 20°-25° e Cu da 35 a 75 KPa) e sabbioso-limosi (ϕ 25°-30°) su substrato di sabbia sciolta con presenza di livelli argillosi. Segnalati locali livelli di torba e sostanza organica.

Falda oscillante tra 1.00 e 1.50 m da p.c., localmente più profonda per l'effetto drenante del Colatore Serio Morto.

Caratteristiche geotecniche scadenti

In questa unità geotecnica sono state classificate tutte le aree della valle del Serio Morto. In particolare presentano qualità geotecniche **scadenti** le aree costituite da depositi fluviali recenti, adiacenti ai corsi d'acqua e generalmente ubicate lungo la fascia fluviale di pertinenza del Serio Morto. **Rientra in questa definizione anche l'area a NE dell'abitato di San Bassano soggetta a periodici allagamenti, in occasioni di eventi meteorologici intensi.**

Dal punto di vista geologico-tecnico tali aree si caratterizzano come segue:

- falda superficiale soggiacente 1-1.50 m da p.c., con drenaggio difficoltoso;
- copertura superficiale costituita da livelli sabbioso-limosi su substrato di sabbia sciolta con presenza di livelli argillosi;
- i terreni presentano caratteristiche geotecniche scarse, è segnalata la presenza di locali livelli di torba e sostanza organica

Per tali motivi si consiglia di intervenire nella minor misura possibile e qualora si intenda procedere con il completamento di lotti interclusi o con lottizzazioni di piccola dimensione l'edificazione dovrà essere preceduta da una puntuale indagine di approfondimento geologico-tecnico.

Tale indagine dovrà determinare:

- *la massima escursione stagionale della falda,*
- *la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione,*
- *il rischio di esondazione,*
- *le modalità di smaltimento per le acque meteoriche e di scarico,*
- *la eventuale necessità di sopraelevare il piano utile di calpestio sopra l'attuale piano di campagna.*

Si sconsiglia l'esecuzione di scantinati ed opere interrato, salvo l'esecuzione di idonee opere di impermeabilizzazione.

Le indicazioni geotecniche qui sopra esposte si intendono utili come primo riferimento generale; dovranno tuttavia essere valutate con indagini specifiche, sito per sito, che ne verifichino l'attendibilità.

4.2 Analisi sismica

L'analisi della sismicità del territorio in esame e la definizione della pericolosità sismica locale, qui di seguito esposta, è eseguita secondo la metodologia definita dalla L.R. n. 12/2005 e dell'adeguamento dettato dalla DGRL N 8/7374 del 28 maggio 2008, Allegato 5.

Il territorio di San Bassano ricade in zona sismica 4, pertanto la normativa vigente prevede un approfondimento obbligatorio di primo livello sull'intero territorio, atto al riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica locale sulla base della cartografia di inquadramento e dei dati esistenti.

Questo primo livello di approfondimento prevede la redazione della Carta di pericolosità sismica locale, nella quale viene riportata la perimetrazione areale dei diversi scenari di pericolosità sismica.

In questa ottica è stato possibile individuare nel territorio comunale di San Bassano due scenari di pericolosità sismica locale differenti: Z4a e Z2.

Gran parte del territorio comunale ricade nello scenario di pericolosità sismica locale Z4a, in quanto costituito in prevalenza da depositi alluvionali di fondovalle granulari e/o coesivi.

La presenza di numerose aree nella valle del Serio Morto con soggiacenza della falda superficiale, unitamente alle caratteristiche geotecniche scadenti dei terreni in questione, ha permesso di definire per queste zone uno scenario di pericolosità sismica locale Z2, con possibili effetti di cedimenti e/o liquefazioni.

I possibili effetti in questi scenari di pericolosità sismica locale sono principalmente amplificazioni litologiche, per quanto riguarda lo scenario Z4a e cedimenti e/o liquefazioni, per lo scenario Z2.

Per lo scenario di pericolosità sismica Z4a, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti, la norma prevede l'esecuzione del livello di approfondimento ulteriore (secondo livello) (ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003), con lo scopo di valutare i fattori di amplificazione sismica locale, legati alla natura litologica del sedimento.

Inoltre, la norma prevede l'applicazione del livello di approfondimento superiore (terzo) nel caso in cui, a seguito dell'applicazione del secondo livello, si dimostri che il Fattore di amplificazione locale (Fa) calcolato risulti superiore al fattore soglia stabilito dalla Regione Lombardia per il comune in esame.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzata da effetti di cedimenti e/o liquefazioni (zona Z2) la norma vigente (ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003) prevede il passaggio diretto al terzo livello di approfondimento, con la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

La D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374, recependo quanto indicato nel D.M. 14.01.08, ha determinato le nuove soglie locali di sismicità. Pertanto la verifica sismica deve essere eseguita, da subito, utilizzando questi parametri per gli edifici strategici e rilevanti (come classificati sia dallo stesso Decreto Ministeriale e dalla Regione con D.D.U.O. 21.11.03 n.19904) e per tutti i restanti dal 30.06.09 (punto 2.7, D.M. 14.01.08).

In tutti i casi dovranno essere determinate le categorie di suolo sismico come indicato dal D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni", punto 3.2.2 "categorie di sottosuolo" (Si procederà comunque secondo quanto disposto da § 2.7 del D.M. 14.01.08).

Qualora il fattore, calcolato localmente, di amplificazione sismica superi il fattore definito dalla Regione, per il Comune e per il tipo di suolo sismico, si adotteranno i parametri del suolo sismico superiore.

L'unico edificio strategico individuato nel comune di San Bassano è il municipio; tra gli edifici rilevanti sono stati individuati le chiese, la scuola materna, la scuola elementare/media, l'oratorio, la struttura sanitaria/socio assistenziale ed il campo sportivo.

Sono state effettuate due prove sismiche mediante microtremori, localizzate nella zona nord del centro abitato, entrambe all'interno della valle del Serio Morto: (Sbn-1) ubicata presso il campo sportivo e (Sbn-2) situata lungo la SP38 presso Molino Montalbano.

La metodologia applicata prevede la rilevazione della velocità delle onde di taglio (onde S) nel sottosuolo, per definire i fattori di amplificazione sismica locale (Fa) per i due periodi caratteristici $0.1 < T \leq 0.5$ (edifici bassi e rigidi), e $T > 0.5s$ (edifici alti ed elastici).

La tabella seguente riassume i risultati di tali prove; in essa sono sintetizzati i valori di Vs30 (velocità media delle Vs nei primi 30 m), il tipo di suolo di fondazione, il periodo

proprio del sito (T_p) calcolato dalle V_s ed i valori calcolati del Fattore di Amplificazione (F_a) per le due tipologie di edifici: $0.1 < T \leq 0.5$ s e $T > 0.5$ s. Per questi due ultimi parametri sono riportati i valori calcolati con la scheda delle *sabbie*. Nell'ultima riga sono riportati i valori di soglia (di riferimento) forniti dalla Regione Lombardia per l'area in esame.

Linea	$V_{S_{30}}$	Terreno di fondazione	Periodo (T_p)	F_a ($T=01-0.5$ s)	F_a ($T>0.5$ s)
Sbn-1	231	C	0.94	1.0	1.8
Sbn-2	238	C	0.86	1.0	1.8
Fa di riferimento Regione Lombardia – Comune di San Bassano				1.8	2.4

Il risultato definitivo è che i valori di F_a calcolati sono inferiori a quelli forniti dalla regione Lombardia, sia per edifici con periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s sia per quelli con periodo superiore. Pertanto nell'area indagata si adotteranno, per entrambe le tipologie di edifici, gli spettri di normativa relativi ai suoli di tipo C.

Gli scenari di pericolosità sismica locale sono riportati come retinatura trasparente sovrapposta al mosaico della prima caratterizzazione geotecnica nella “Carta Geotecnica e di Pericolosità Sismica Locale (Allegato 5)” alla scala 1:10.000. Analoga retinatura definisce le classi di pericolosità sismica locale nella “Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano” redatta alla scala 1:10000 e 1:5000.

PARTE SECONDA: SINTESI E VALUTAZIONE

Si espongono, nella parte che qui segue, le analisi riguardanti i vincoli di natura geologica e la vulnerabilità idrogeologica del territorio.

CAPITOLO 5: VINCOLI

I paragrafi che qui seguono, descrivono i vincoli prevalentemente di natura geologica e di polizia idraulica presenti nel territorio in discussione.

5.1 Vincoli

Le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative ed eventuali piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, sono stati riportati nella Carta dei vincoli (Allegato 4A e 4B) redatta alla scala 1:10000 e 1:5000.

Sul territorio di San Bassano sono presenti numerosi corpi idrici che costituiscono un fitto reticolo idrografico, in particolare lungo la valle del Serio Morto. Per tutti questi corsi d'acqua vengono individuate delle fasce di rispetto così differenziate:

- per i tratti al di fuori del centro urbano e non adiacenti a zone già edificate, è prevista una fascia di rispetto di 10 m;
- per i tratti all'interno del centro urbano, o adiacenti a zone già edificate o in corrispondenza dei tratti tombinati sono state tracciate sia la fascia di rispetto di 10 m che la proposta di 4 m.

Le fasce di rispetto così definite vengono misurate dal ciglio superiore del canale.

Anche per i laghetti di cava è prevista una fascia di rispetto di 10 m sviluppata lungo tutto il loro perimetro.

L'esistenza di tre zone umide legate alla presenza di paleomeandri, lanche e antiche strutture relitte, testimoni dell'originario andamando meandriforme del fiume Serio, all'interno del territorio comunale di San Bassano, impone di considerare una zona di rispetto di 50 m intorno ad esse.

Rientrano nella Carta dei vincoli anche le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile; sono state indicate le aree di tutela assoluta dei pozzi (previste dal D. Lgs. N. 152/99, art.21 comma 2 e modificate dal D. Lgs. N. 258/00, art. 5 comma 4) aventi un'estensione irriducibile di almeno 10 m di raggio dal pozzo, e le zone di rispetto di 200 m intorno al pozzo, secondo quanto previsto dall'articolo 21 del D. Leg. 11.05.99 n. 152 e ss. mm. ed ii.).

Vengono inoltre riportati gli orli di terrazzo morfologico principale e/o secondario per i quali è prevista una fascia di rispetto di 10 m.

CAPITOLO 6: SINTESI

In questo capitolo sono sintetizzate le condizioni geologiche ed idrogeologiche rilevate dallo studio geologico di inquadramento sopra descritto. La Carta di sintesi, alla scala 1:10.000 (Allegato 6A), è il documento di riferimento per questo capitolo, ad essa si aggiunge la Carta di Sintesi, alla scala 1:5.000 (Allegato 6B), dei centri abitati e del territorio circostante.

6.1 Generalità

La Carta di sintesi ha lo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio comunale al fine di procedere alle successive valutazioni diagnostiche; tale carta, redatta alla scala 1:10.000 (Allegato 6A), contiene gli elementi più significativi evidenziati dall'analisi dei caratteri geomorfologici, idrografici ed idrogeologici del territorio, sviluppati nella cartografia di inquadramento e descritti nei precedenti capitoli. In particolare vi sono indicate le aree interessate da diversa vulnerabilità idrogeologica, classificate, sulla base della soggiacenza della falda e della permeabilità del non saturo, secondo le metodologie che verranno illustrate di seguito. Sono state inoltre riportate le fasce di rispetto dei pozzi pubblici nonché le aree sottoposte a vincoli normativi (distanze corsi d'acqua, zone umide), l'ubicazione delle principali indagini geognostiche e geofisiche e le difese idrauliche di piano per la mitigazione del rischio idraulico nel Comune di S.Bassano.

6.2 Vulnerabilità idrogeologica

La vulnerabilità idrogeologica relativa alla falda libera viene generalmente calcolata in base al tempo impiegato da un eventuale contaminante per raggiungere, dal piano campagna, il livello della falda superficiale. Il tempo di infiltrazione complessivo è determinato dalla somma dei tempi di infiltrazione nel suolo e nel substrato non saturo fino al raggiungimento della falda stessa. Tale parametro viene calcolato attraverso il rapporto tra lo spessore del suolo più quello del substrato non saturo e la velocità di infiltrazione, data dalla permeabilità (K) per gradiente valutato al 100%. Ciò premesso, per il calcolo delle vulnerabilità, è stata adottata la metodologia che qui di seguito si illustra.

6.2.1 Metodologia

Si è proceduto come di qui seguito si descrive:

- in primo luogo si è operata la classificazione basata sulle zone a differente permeabilità, individuate attraverso il rilievo geomorfologico e sulla base dei dati ERSAF relativi ai suoli. Ad ogni unità è stato attribuito un grado di permeabilità media, tenendo conto della classe granulometrica e della tessitura;
- successivamente è stata eseguita un'ulteriore zonazione basata su dati stimati relativi alla soggiacenza della falda;
- incrociando i due parametri, permeabilità e soggiacenza, sono state individuate 4 classi di rischio;

- per determinare il diverso grado di vulnerabilità si è attribuito ad ogni classe di permeabilità un coefficiente di rischio RK arbitrario ma crescente, al crescere dei valori di permeabilità, con legge logaritmica:
 - bassa ---- RK=1
 - medio/bassa ---- RK=10
 - media ---- RK=100
 - alta ---- RK=1000;
- ad ogni classe di soggiacenza è stato attribuito un coefficiente di rischio RH anch'esso arbitrario ma crescente in relazione inversamente proporzionale ai valori della soggiacenza:
 - da 1.00 m a 1.50 m ---- RH=100
 - da 1.50 m a 2.00 m ---- RH=10
 - > 2.00 m ---- RH=1;
- attribuiti questi valori ai coefficienti di rischio si è calcolato il coefficiente totale R moltiplicando RK x RH, in modo da poter assegnare ad ogni area, con permeabilità e soggiacenza definite, un livello di rischio arbitrario in assoluto ma significativo nel confronto con gli altri valori;
- sulla base di questi coefficienti si sono successivamente definite 3 classi di vulnerabilità:
 - BASSA (B);
 - MEDIA (M);
 - ALTA (A);
 Nella tabella sinottica allegata sono riportati i calcoli e le classificazioni sopra descritte relative al territorio comunale di San Bassano.

Coefficiente di rischio (R)	Vulnerabilità (V)	Tempo di percorrenza (Tc)
$10 < R \leq 100$	BASSA	$Tc > 30gg$
$100 < R \leq 1000$	MEDIA	$4gg \leq Tc < 30gg$
$1000 < R \leq 10000$	ALTA	$4gg \leq Tc < 2gg$
$R > 10000$	ELEVATA	$Tc < 2gg$

La soggiacenza della falda libera è il fattore che condiziona maggiormente la collocazione in una classe di vulnerabilità idrogeologica alta ed elevata; infatti la minore distanza che intercorre tra la superficie e il livello di falda risulta critica in alcune aree del territorio comunale. In più va considerato l'aspetto antropico che spesso peggiora la situazione locale. Le arature dei terreni aumentano di molto la permeabilità dei primi 40/50 cm di suolo, facilitando così la possibilità di infiltrazione delle acque e dei possibili contaminanti.

Osservando la Carta di Sintesi si nota come le aree soggette a più alta vulnerabilità idrogeologica siano poste in prevalenza lungo la valle fluviale del Serio Morto e principalmente nelle aree più depresse del fondovalle, lungo il vecchio percorso naturale del fiume, laddove la falda tende localmente a raggiungere la superficie. Tali zone sono caratterizzate da una soggiacenza della falda in genere superficiale durante tutto il trimestre irriguo e per gran parte dell'anno e da terreni a permeabilità media, localmente ridotta dalla presenza di depositi limosi.

L'elevata permeabilità dei terreni appartenenti alla valle terrazzata, posti in posizione intermedia tra le aree più rilevate del Livello Fondamentale della Pianura e le aree più ribassate di pertinenza fluviale, presentano anch'essi un'alta vulnerabilità idrogeologica.

Tutte le altre aree del territorio comunale in esame, caratterizzate da una soggiacenza della falda relativamente profonda e permeabilità da media a medio/bassa hanno una vulnerabilità idrogeologica variabile da media a bassa.

Tuttavia è importante segnalare che la ridotta consistenza degli orizzonti superficiali impermeabili a protezione della falda tende ad elevare il grado di vulnerabilità proprio di queste zone.

La carta di dettaglio, redatta alla scala 1:5000, ben evidenzia la complessa situazione del comune di San Bassano. La sua attenta osservazione permette di distinguere due zone a differente vulnerabilità:

- il centro storico e le zone più antiche, collocate in posizione strategica sull'alto morfologico del terrazzo fluviale principale (LF5), sono caratterizzato da una vulnerabilità media, per la presenza di una falda con soggiacenza > 2.00 m e una permeabilità generalmente medio/alta;
- le zone di espansione più recente e la zona industriale, localizzate all'interno della valle del Serio Morto (VT2), in posizione ribassata rispetto alle precedenti, sono invece sviluppate su terreni a vulnerabilità idrogeologica alta, con falda prossima alla superficie (1.00-1.50m) durante tutto l'anno ed in particolare durante il trimestre irriguo. L'estrema vulnerabilità dell'acquifero superficiale in queste zone, attualmente in espansione, comporta delle importanti limitazioni dal punto di vista edilizio ed urbanistico che verranno discusse nel capitolo seguente.

PARTE TERZA: PROPOSTA

In questa parte del lavoro si conclude l'analisi eseguita assegnando alle porzioni omogenee di territorio la classe di fattibilità geologica che funge da collegamento con gli strumenti della pianificazione urbanistica.

CAPITOLO 7: FATTIBILITA' GEOLOGICA

In questo capitolo viene definita, sulla base dell'analisi geologica del territorio comunale illustrata nei capitoli precedenti, la distribuzione delle classi di fattibilità geologica per le azioni di piano, secondo il metodo disposto nella D.G.R. 22.12.05 n.8/1566 e nella D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374.

7.1 Generalità

Lo studio geologico eseguito ha lo scopo di supportare le scelte urbanistiche indicando comportamenti pubblici e privati coerenti con le condizioni geologiche del territorio e con la conservazione dei suoi caratteri essenziali (Legge 183/96); a questa finalità operativa risponde la Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano, alla scala 1:10000 (Allegato 7A) e alla scala 1:5.000 (Allegato 7B) e le Norme Geologiche di Piano ad essa collegate.

Tali carte sono derivate dalla valutazione incrociata degli elementi contenuti negli studi generali di inquadramento e dalla sintesi eseguita.

La carta di fattibilità geologica rappresenta pertanto lo strumento di base per accertare le condizioni limitative alla espansione urbanistica ed alla modifica di destinazione d'uso del suolo.

La classificazione del territorio, rispetto alla fattibilità geologica delle azioni di piano, tiene conto della pericolosità, sia geologica che sismica dei fenomeni e del rischio conseguente, ed inoltre fornisce indicazioni generali in ordine agli studi ed alle indagini di approfondimento eventualmente necessarie.

Sono state considerate, secondo le indicazioni della Regione Lombardia, 4 classi di fattibilità geologica:

CLASSE 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni;

CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni;

CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni;

CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

Per quanto riguarda il lavoro svolto, le classi di fattibilità geologica sono assegnate grazie all'incrocio delle informazioni raccolte: caratteristiche geomorfologiche, litologia dominante dei primi 2-3 metri, soggiacenza dell'acquifero superficiale, vulnerabilità idrogeologica, grado di addensamento dei sedimenti superficiali e le caratteristiche geotecniche medie degli stessi e poste in carta di sintesi.

Ai sensi delle disposizioni regionali vigenti, è fatto obbligo di eseguire la relazione geologica, per gli interventi di nuova edificazione, ricadenti nelle classi di fattibilità geologica 2 , 3 e 4.

7.2 Fattibilità geologica e delle azioni di piano

Si descrive, qui di seguito, la distribuzione e le caratteristiche delle classi di fattibilità geologica rappresentate in Allegato 7.

- **CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni**

Nel territorio comunale non sono state individuate aree completamente prive di limitazioni alle variazioni delle destinazioni d'uso dei terreni, poiché le condizioni geologiche, soprattutto l'estrema vulnerabilità della falda, non sono ottimali.

- **CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**

In questa classe sono compresi tutti i terreni appartenenti alle unità geomorfologica del Livello Fondamentale della pianura (LF1,LF2 e LF5) rappresentanti aree stabili pianeggianti e/o lievemente ondulate, caratterizzate da vulnerabilità idrogeologica da media a bassa, con copertura prevalentemente sabbiosa e sabbioso limosa, con caratteristiche geotecniche buone e con soggiacenza della falda in genere superiore a 2.00 m, localmente anche più profonda.

- **CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni**

In questa classe sono state distinte le sottoclassi qui di seguito illustrate:

Sottoclasse 3a, porzione settentrionale e meridionale della valle del Serio Morto a vulnerabilità idrogeologica media.

Porzione settentrionale e meridionale della valle fluviale del Serio Morto costituita da terrazzi fluviali subpianeggianti, con vulnerabilità idrogeologica media. Terreni prevalentemente limoso-sabbiosi e limosi con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti nei primi 4 m di terreno. Falda con soggiacenza variabile da 1.00 a 1.50 m;

In questi casi la relazione geologica dovrà definire la posizione locale della falda superficiale, le sue escursioni stagionali e le eventuali condizioni locali di semiartesianità, dovute alla presenza di livelli semipermeabili. Inoltre, la relazione geologica dovrà, esplicitamente, definire l'incidenza della falda sulle fondazioni e sulla costruzione di progetto, così da evitare ingressione di acqua nei vespai e nei sottoservizi.

Le scarse caratteristiche geotecniche dei terreni appartenenti a questa classe impongono che la relazione geologica sia accompagnata da sondaggi con escavatore meccanico, per il riconoscimento diretto della successione stratigrafica, e da prove penetrometriche statiche per la caratterizzazione dei terreni di fondazione.

Sottoclasse 3b, Valli terrazzate e valle alluvionale del Serio Morto a vulnerabilità idrogeologica alta.

In questa classe ricadono le aree di influenza fluviale medio-recente ed attuale, che costituiscono la porzione più ribassata della piana fluviale del Serio Morto, nonché le aree rilevate della valle terrazzata caratterizzate da un'alta vulnerabilità idrogeologica.

I terreni della piana alluvionale sono caratterizzati da una vulnerabilità idrogeologica alta per ridotta soggiacenza della falda e per le caratteristiche geotecniche scadenti, particolarmente nelle aree più depresse e con falda subaffiorante. L'area terrazzata intermedia costituita da alluvioni antiche (VT1) è caratterizzata da una vulnerabilità idrogeologica alta, per l'elevata permeabilità dei terreni, e per la presenza di diffusi fenomeni di degrado antropico.

In considerazione delle caratteristiche geotecniche scarse dei terreni di fondazione della piana alluvionale, della locale presenza di falda subsuperficiale e dell'alta vulnerabilità di questi terreni, si chiede che la relazione geologica sia accompagnata da sondaggi con escavatore meccanico per il riconoscimento diretto della successione stratigrafica fino al raggiungimento della falda e da prove penetrometriche statiche che caratterizzino i terreni di fondazione.

Le vasche di contenimento liquami dovranno essere collocate al di sopra del piano campagna e provviste di impermeabilizzazione.

Nelle aree appartenenti a questa classe è possibile intervenire con nuove urbanizzazioni documentando la fattibilità degli interventi in proposta, a livello di piano esecutivo, con indagini geognostiche e presentando relativa relazione geologica e geotecnica. La relazione, eseguita da tecnico abilitato, dovrà determinare: soggiacenze ed escursione della falda superficiale, caratteristiche geolitologiche, portanza e cedimenti dei terreni.

Sottoclasse 3c, aree soggette a periodici allagamenti

In questa area, impostata su antiche linee di drenaggio e paleoalveo, a deflusso idrico difficoltoso, localmente con falda subaffiorante e permeabilità medio-bassa per la presenza di depositi fini, **si riscontra un rischio idraulico elevato**, dovuto alla possibilità di locali allagamenti, in occasione di eventi meteorici eccezionali.

Sono infatti documentati episodici allagamenti ed esondazioni che hanno interessato la zona industriale del comune di San Bassano e le aree urbane più recenti situate all'interno della valle del Serio Morto.

A causa delle particolari caratteristiche dell'area, in cui possono ripetersi allagamenti e ristagni d'acqua, è vietato costruire al disotto del piano campagna. Inoltre, al fine di salvaguardare l'attuale equilibrio idrogeologico e le condizioni di sicurezza idrogeologica dei territori a valle, sono vietati scavi e sbancamenti di terreni, modifiche dell'assetto del territorio e del reticolo idrico minore, che non siano motivate con relazione geologica, idrogeologica ed idraulica in cui si definiscano le condizioni di invarianza idrogeologica ed idraulica degli interventi proposti. Gli attuali insediamenti rurali dovranno preferibilmente ampliare la propria dotazione di edifici al di fuori del perimetro della presente sottoclasse.

Sottoclasse 3d, laghi e corsi d'acqua minori e relative fasce di rispetto.

I corsi d'acqua, individuati in Carta dei vincoli (Allegato 4A e 4B), sono oggetto di particolare tutela poiché costituiscono un elemento paesistico ambientale essenziale della pianura cremonese. Essendo tutti i corsi d'acqua dichiarati pubblici dalla Legge 36/94 si applica il disposto del R.D. 25.7.1904 n. 523, art. 93 e successivi, pertanto non si edificerà nella fascia di 10 m, misurati in orizzontale dal ciglio superiore della sponda, né si modificherà la funzionalità della rete idrica. La distanza regolamentare di inedificabilità degli edifici di 10m sarà ridotta in area urbana a 4m, alla comunicazione di assenso da parte della Regione. Tutti i corsi d'acqua vanno salvaguardati nel loro percorso, mantenuti nella piena funzionalità idraulica ed integrati nel contesto paesistico ambientale in cui scorrono, ne è vietata la tombinatura (D. LGS.152/99 art. 21 e successive modificazioni ed integrazioni, Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, art. 21 Norme di Attuazione, D.P.C.M.8.8.01).Il Codice Civile definisce, all'art. 891, le distanze che gli scavi devono osservare, da canali e rogge e che è pari alla profondità massima di scavo, misurata dall'orizzontale e dal ciglio superiore di scavo, come chiarito dalla Sentenza S.C. Sezione III° del 27.2.76 n. 648.

Anche per gli specchi d'acqua, alimentati dalle acque di falda, si ritiene opportuno estendere, su tutto il loro perimetro, la fascia di inedificabilità di 10 m applicata ai corsi d'acqua.

Sottoclasse 3e, zone umide e bodri.

Nelle aree caratterizzate dalla presenza di zone umide e bodri è prevista, dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale vigente, l'istituzione di una zona di rispetto di 50 m disposta su tutto il loro perimetro. Si sottolinea l'elevato valore ambientale di questi punti, elementi originali e peculiari del nostro territorio, e l'estrema vulnerabilità dell'acquifero in loro prossimità. Per questo motivo è vietato lo scarico di inerti e di rifiuti di qualsiasi genere sulle sponde e l'uso di materiali di riporto per interrare progressivamente la cavità.

Sottoclasse 3f, pozzo pubblico per approvvigionamento idropotabile, area di rispetto.

In questa sottoclasse ricade: l'area di rispetto del pozzo pubblico per approvvigionamento idropotabile, con raggio 200 m, posto all'interno dell'area urbanizzata. In essa si applica il disposto del D.G.R. 10.4.03 N. 7/12693, che limita le opere di edilizia e di urbanizzazione.

CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe sono state distinte le seguenti sottoclassi:

Sottoclasse 4a, zona di tutela assoluta pozzo pubblico.

L'area di tutela assoluta del pozzo pubblico per approvvigionamento idropotabile comprende i terreni siti entro 10 m di raggio dal pozzo; in essa si applica il disposto del D. Lgs. n. 250/00 art. 5 comma 4; essa è irriducibile.

Sottoclasse 4b, orlo di terrazzo morfologico.

Gli orli di terrazzo morfologico, presenti nel territorio del Comune sono tutelati per il loro valore paleogeografico ed ambientale.

In tutto il territorio comunale sono presenti orli di terrazzo morfologico, essi definiscono gli elementi essenziali del paesaggio e, perché essi siano mantenuti, è vietata l'esecuzione di scavi e/o sbancamenti, livellamenti ed altri lavori od interventi che possano alterarne l'attuale profilo piano altimetrico.

Sono oggetto di tutela gli orli di terrazzo evidenziati in Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano alla scala 1:10.000 e 1:5.000.

Il terrazzo morfologico sarà conservato, integro, nella sua attuale giacitura anche nelle fasce di raccordo, al piede ed al pizzo, per una profondità minima di 10 m; particolarmente utili e consigliabili gli interventi di riforestazione con essenze tipiche locali.

Il tracciato dell'orlo di terrazzo morfologico, entro il perimetro del centro edificato o in presenza di urbanizzazione deve essere verificato in loco.

Sottoclasse 4c, aree estrattive dismesse.

Nelle aree oggetto di attività estrattive, individuate nell'ambito della vigente L.R. 08.08.1998, n. 14, ed in quelle ad essa precedenti, si opera applicando le disposizioni autorizzative rilasciate, ed in particolare quelle riguardanti le modalità di coltivazione del giacimento e di recupero ambientale del sito.

Su tali aree, prima, durante e dopo l'avvio dei lavori, è vietato stoccare e distribuire rifiuti di qualsiasi genere e specie, salvo quelli esplicitamente previsti dai provvedimenti autorizzativi.

Sulle aree oggetto di attività estrattive, anche se recuperate, è vietato lo stoccaggio e la distribuzione di fanghi provenienti da impianti di depurazione di tipo civile ed industriale.

Su tutte le aree oggetto, anche in passato, di attività estrattive sono da favorire interventi di recupero con tecniche di ingegneria naturalistica e di riforestazione mentre le attività agricole saranno svolte nelle modalità indicate dal D.M. 19.04.99 "Approvazione del codice di buona pratica agricola".

Sottoclasse 4d, terrazzo fluviale relitto.

La genesi di questi rilievi è da attribuire alle ripetute variazioni, in passato, nella morfologia del reticolo idrografico (modificazioni del livello di base, diversioni e divagazioni) e alle variazioni dell'assetto idrodinamico (portata, carico solido e velocità) che hanno indotto incrementi localizzati dell'attività erosiva e l'isolamento di porzioni variabili dei depositi fluviali terrazzati circostanti. Tali strutture sono correlabili, dal punto di vista geologico e geomorfologico, ai vicini margini di terrazzo fluviale principale, appartenenti all'unità morfologica LF2.

I terrazzi fluviali relitti, presenti nel territorio del Comune, sono tutelati per il loro valore paleogeografico ed ambientale.

Sottoclasse 4e, cassa di espansione del Colatore Serio Morto a monte dell'abitato di S.Bassano.

La realizzazione di una cassa di espansione a monte dell'abitato di S.Bassano rientra nel piano di mitigazione del rischio idraulico. La funzione principale di quest'opera di difesa idraulica, opportunamente dimensionata, è quella di laminare le portate di piena provenienti dal bacino del Colatore Serio Morto e di ritardare l'afflusso delle acque verso il centro abitato di S.Bassano, soggetto a periodici allagamenti. Il sito previsto per la realizzazione della cassa di espansione è stato utilizzato in passato come area di discarica; pertanto è necessario effettuare un preliminare intervento di bonifica della zona in esame.

La **Tabella Sinottica** che qui segue riassume le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche delle unità individuate e il flusso logico eseguito per l'assegnazione delle classi di fattibilità geologica.

IL GEOLOGO
DR GIOVANNI BASSI
Giugno 2009



BIBLIOGRAFIA:

- Carta d'Italia I.G.M. 1:25.000:
- k) levata 1890, Foglio 60 I N.O., Castelleone.
 - l) levata 1890, Foglio 60 I N.E., Soresina.
 - m) levata 1889, Foglio 60 I S.O., Pizzighettone.
 - n) levata 1890, Foglio 60 I S.E., Grumello Cremonese
 - o) Carta Geologica d'Italia 1:100.000, Foglio 60, Piacenza, Servizio Geologico d'Italia, 1969 .
 - p) Carta Geologica della Lombardia 1:250.000, Servizio Geologico Nazionale, 1990.
 - q) ERSAL, Provincia di Cremona, 2000, I suoli della pianura cremonese centrale.
 - r) Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, 1997, Carta Geomorfologia della Pianura Padana, scala 1:250.000.
 - s) Braga G., Bellinzona G., Bernardelli L., Casnedi R., Castoldoli E., Cerro A., Cotta Ramusino S.,
 - t) Gianotti R., Marchetti G., Peloso G. F., 1976, Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria, CNR;
 - u) Beretta G. P., Francani V., Fumagalli L., 1992, Studio idrogeologico della provincia di Cremona, quaderni di tecniche di protezione ambientale, n. 24, Pitagora Editrice Bologna.
 - v) Cremonini M., 1988, Piano Territoriale Paesistico, Regione Lombardia, Provincia di Cremona.
 - w) Regione Lombardia, Eni Division Agip, 2002. Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia, a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).
 - x) Provincia di Cremona, Settore Ambiente, Università degli Studi di Milano, "Realizzazione di un modello preliminare del flusso idrico nel sistema acquifero della provincia di Cremona", 2007.

APPENDICE: CLIMATOLOGIA

A1. LINEAMENTI CLIMATICI

La conoscenza delle caratteristiche climatiche del territorio in esame costituisce la base fondamentale per l'approfondimento dell'indagine in corso; a tal scopo sono stati raccolti ed elaborati dati riguardanti le precipitazioni e le temperature, definendo successivamente alcuni parametri utili all'inquadramento del tipo climatologico del luogo.

La stazione considerata è quella termopluviometrica di Cremona¹.

A2. PRECIPITAZIONI

L'analisi delle precipitazioni è stata svolta prendendo in considerazione i dati relativi al trentennio 1921-50; le precipitazioni medie mensili in mm sono le seguenti: G 48, F 49, M 46, A 56, M 69, G 48, L 32, A 46, S 51, O 75, N 69, D 52.

Il valore medio annuo calcolato è di 641 mm, in particolare si registrano minime in luglio e due massimi in maggio (69 mm) e ottobre (75 mm).

Una elaborazione successiva² eleva la media annua delle precipitazioni a 757,33 mm nel periodo 1923-86 e i più recenti autori³ calcolano la precipitazione media annua nel periodo 1960-74 in 846,9 mm, ricavando inoltre che il mese meno piovoso è dicembre.

A3. TEMPERATURE

Le temperature medie sono importanti per studiare l'ambiente climatico e per identificare i parametri dell'evaporazione potenziale. A questo scopo è stato considerato il periodo 1925-55.

Le temperature medie mensili calcolate sono le seguenti: G 0,75°, F 3,3°, M 8,4°, A 12,3°, M 17,2°, G 21,9°, L 24,3°, A 23,4°, S 19,9°, O 13,4°, N 7,2°, D 2,5°; il valore medio calcolato è di 13,5°.

A4. INDICI CLIMATICI

Sono state correlate le precipitazioni medie mensili (Tab.1a) sopra esposte con le temperature medie mensili Tab.1b) pure espresse nel paragrafo precedente, ottenendo alcuni indici climatici significativi.

Il primo di essi è il diagramma ombrotermico (Tab.2), nei tratti in cui la spezzata delle temperature supera quella delle precipitazioni si hanno condizioni di aridità fisiologica del suolo che comporta appassimento delle piante.

E' stato successivamente calcolato l'indice di aridità secondo de Martonne (Tab.3) che mette in relazione le precipitazioni (P) e le temperature (T), tale indice è riportato in grafico.

Ricavato per ogni mese il valore I, i mesi nei quali I è minore di 20 sono definiti aridi, quelli in cui I è superiore a 40 sono da considerare umidi.

Al fine di verificare l'effettiva esistenza di periodi aridi, si è proceduto al calcolo di successivi parametri climatici (Tab.4) basati sulla evapotraspirazione potenziale che rappresenta la quantità massima di acqua evaporata da una copertura vegetale alimentata in modo che non vi sia mai deficit di acqua nel suolo.

Analizzato il diagramma ombrotermico è importante stabilire il bilancio idrologico della stazione in esame per vedere se i periodi di siccità determinano condizioni di

¹ Cremona, Ist. Prof. di Stato per l'Industria, lat. 45°07'55", long 2°26'22" W da monte Mario, altitud ine 67,8 m s.l.m..

² Min. LL. PP. Magistrato per il Po, L. 26.2.82 n.53, Fase conoscitiva, All.2.3. Le acque di superficie, climatologia e idrologia.

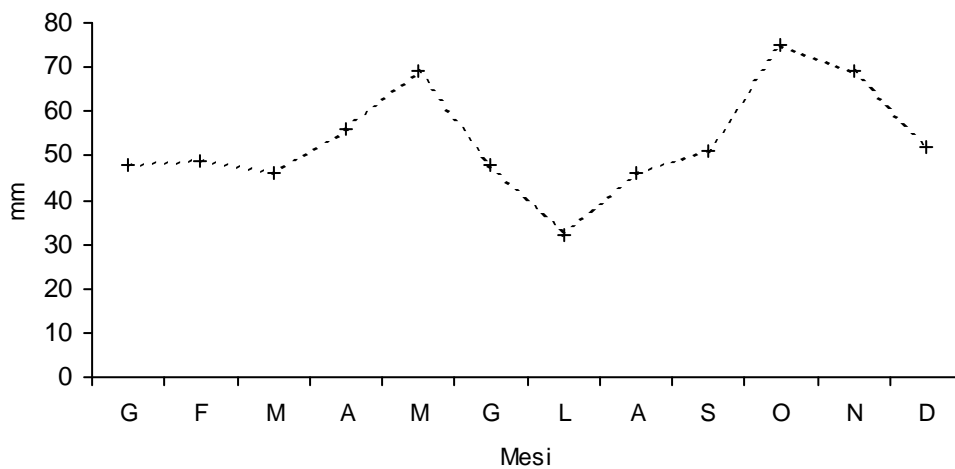
³ Ghezzi A., Riva I. (1989), Il clima nel territorio delle province di Cremona e Mantova, Pianura 3/89, pp.29-46.

effettiva penuria d'acqua o se la capacità di ritenzione del terreno è tale da consentire una evapotraspirazione potenziale (E_p), calcolata secondo il metodo Thornthwait, della pioggia (P) e della differenza ($P-E_p$).

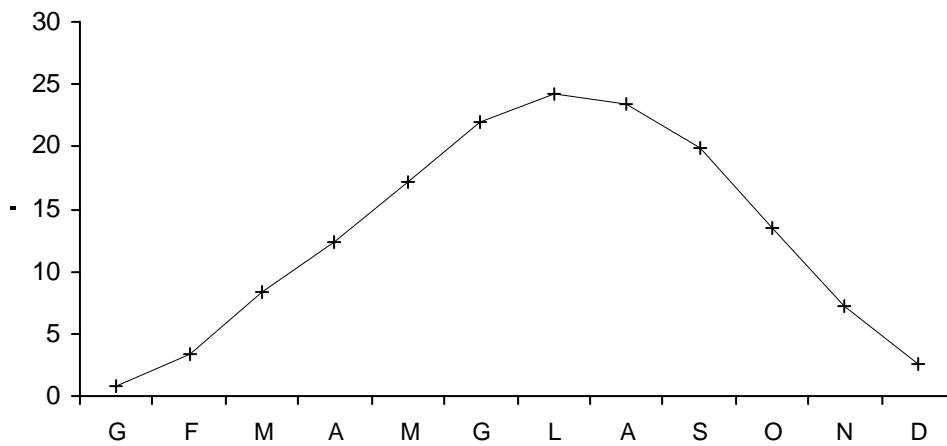
Quest'ultimo andamento convalida la tesi dei precedenti indici di de Martonne e del diagramma ombrotermico che stabiliscono, per il territorio cremonese, un periodo estivo di aridità durante il quale è indispensabile intervenire con le irrigazioni.

Il territorio di Annicco, posto a nord della stazione termopluviometrica di riferimento, rispecchia la situazione analizzata a Cremona e quindi interessato da un periodo a scarse precipitazioni nel trimestre dicembre - gennaio - febbraio; nei mesi estivi si interviene con l'irrigazione che si attua nel periodo fine aprile - fine settembre.

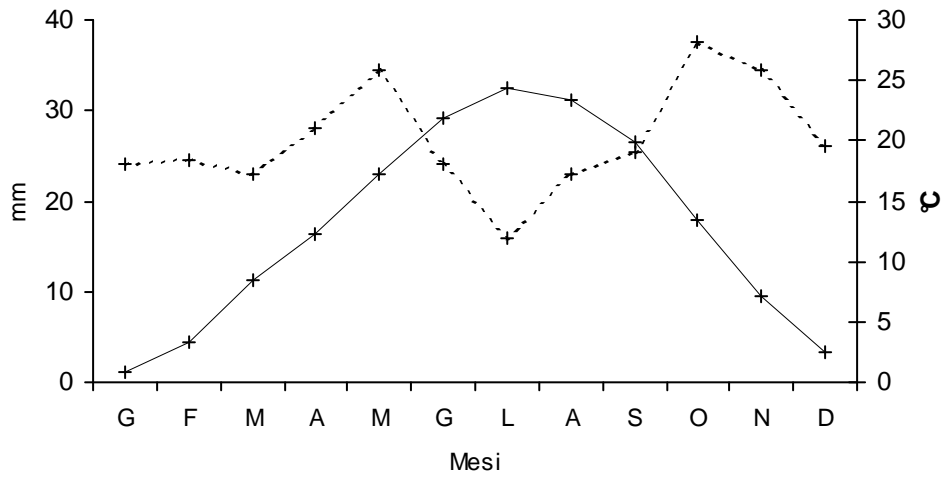
Tab. 1a: PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI 1925-55



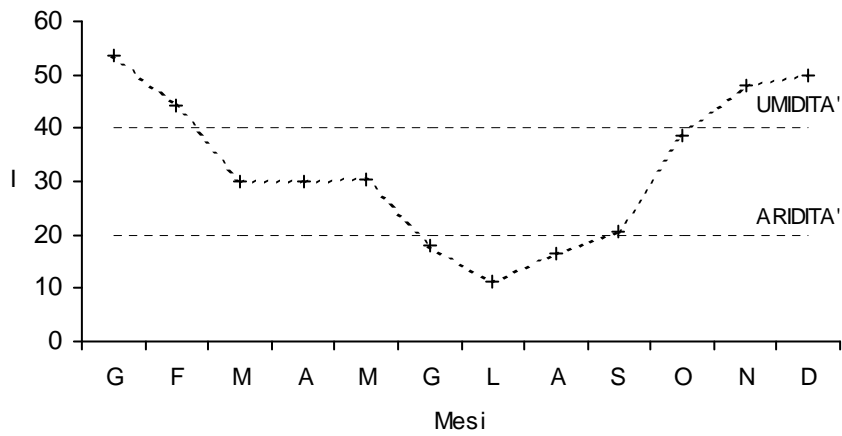
Tab. 1b: TEMPERATURE MEDIE MENSILI 1925-55



Tab. 2: DIAGRAMMA OMBROTERMICO



Tab. 3: INDICE DI ARIDITA' (secondo De Martonne)



Tab. 4: PARAMETRI CLIMATICI SIGNIFICATIVI

