



COMUNE DI PANCARANA

(Provincia di Pavia)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

(ai sensi dell'art. 57 comma 1, lettera a della L.R. 11 marzo 2005, n° 12)

*Adeguamento dello Studio Geologico del territorio comunale
secondo i criteri e indirizzi regionali
(d.g.r. n° 8/1566 del 22/12/05 e d.g.r. n°8/7374 del 28/05/08)*

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Progetto a cura di:



S.G.P.

SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.
Via Bona di Savoia 10 - 27100 Pavia
Tel. 0382-463385/466111/571865 (fax) - e-mail:sggp@iol.it

Il tecnico:

Prof. Geol. Pier Luigi Vercesi
Ordine dei Geologi della Lombardia n. 1015

Committente:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI PANCARANA, Piazza della Vittoria 11, 27050 Pancarana (PV)



COMUNE DI PANCARANA (PV)

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

(ai sensi dell'art. 57 comma 1, lettera a della L.R. 11 marzo 2005, n° 12)

*Adeguamento dello Studio Geologico del territorio comunale
secondo i criteri e indirizzi regionali
(d.g.r. n° 8/1566 del 22/12/05 e d.g.r. n°8/7374 del 28/05/08)*

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

INDICE

1 – PREMESSA	pag. 2
2 - FONTI BIBLIOGRAFICHE	pag. 5
3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	pag. 7
3.1 – Geologia e geomorfologia del territorio comunale	pag. 7
3.2 – Attitudini d'uso dei suoli	pag. 15
3.3 – Cenni di climatologia	pag. 27
3.4 – Sismicità del territorio comunale e elementi neotettonici strutturati	pag. 29
3.5 – Classificazione sismica del territorio comunale e aspetti normativi	pag. 47
3.6 – Rischio sismico e pericolosità sismica locale	pag. 52
3.7 – Caratteristiche geotecniche dei terreni	pag. 58
4 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO, IDROLOGIA SUPERFICIALE E RISCHIO IDRAULICO	pag. 60
5 - LA CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI	pag. 73
6 - LA CARTA DI SINTESI	pag. 74
7 - LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	pag. 75
7.1 – Considerazioni e prescrizioni di carattere generale	pag. 75
7.2 – Rapporti con la normativa sismica	pag. 75

1 – PREMESSA

La presente relazione illustrativa espone e commenta i risultati delle indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche condotte nell'ambito del territorio comunale di Pancarana (PV) ai fini della predisposizione del Piano di Governo del Territorio, secondo quanto previsto dall'art. 57 (lettera a, comma 1) della L.R. 11 marzo 2005, n. 12.

L'entrata in vigore della «Legge per il governo del territorio», ha modificato profondamente l'approccio culturale alla materia urbanistica passando dal concetto di pianificazione a quello di Governo del Territorio; la conseguente variazione degli atti costituenti lo strumento urbanistico comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.), impone una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici a scala comunale.

La d.g.r. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005, a sua volta, aveva definito gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei Comuni secondo quanto stabilito dalla L.R. 11 marzo 2005, n. 12, al fine di:

- fornire indirizzi, metodologie e linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica, la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica e l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare, vengono in questo atto introdotte nuove linee guida per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basate sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica;
- fornire indicazioni per l'aggiornamento del quadro delle conoscenze geologiche per i comuni che hanno già realizzato uno studio geologico del proprio territorio a supporto della pianificazione;
- rendere coerenti e confrontabili i contenuti degli strumenti di pianificazione comunale con gli atti di pianificazione sovraordinata (P.T.C.P. e PAI) e definire, per questi ultimi, le modalità e le possibilità di aggiornamento.

I criteri e indirizzi approvati con la d.g.r. 8/1566/05 sono stati aggiornati e integrati con la d.g.r. 8/7374/08 essenzialmente a seguito dell'approvazione del D.M. 14 gennaio 2008 «Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni», pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n. 30, entrato in vigore in via definitiva dal 1° luglio 2009.

Il presente studio rappresenta la “Componente geologica, idrogeologica e sismica” del Piano di Governo del Territorio e interessa l'intero territorio comunale di Pancarana.

Lo studio geologico nel suo complesso è articolato in tre distinte e consequenziali fasi di lavoro, così come richiesto dagli indirizzi tecnici regionali: fase di analisi (a sua volta suddivisa in fase di ricerca storica e bibliografica, compilazione della cartografia di inquadramento e fase di approfondimento/integrazione), fase di sintesi/valutazione e fase di proposta.

Tali fasi sono state eseguite preliminarmente allo sviluppo del progetto urbanistico ed hanno avuto come finalità quella di offrire al processo progettuale di pianificazione urbanistica del territorio comunale gli elementi conoscitivi indispensabili all'individuazione delle potenzialità, vocazioni e vulnerabilità del territorio medesimo sotto il punto di vista geologico, con specifico riferimento alla prevenzione del rischio ed alla mitigazione del dissesto idrogeologico ed ambientale.

Gli specifici aspetti presi in esame hanno riguardato la geologia, litologia, stratigrafia, geomorfologia, idrografia, idrogeologia, sismica e geologia ambientale. Facendo riferimento alle fasi di studio contemplate nelle norme regionali, il presente lavoro è stato quindi articolato nelle seguenti tre successive fasi di lavoro: analisi preliminare, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta.

- 1 - Fase di analisi preliminare: è stata inizialmente basata sulla raccolta, analisi, interpretazione critica ed omogeneizzazione dei dati esistenti, integrata da analisi fotointerpretativa e controlli sul terreno. In questa fase sono state prodotti i seguenti elaborati cartografici tematici ed allegati:

TAV. 1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO (scala 1: 5.000)

TAV. 2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO (scala 1: 5.000)

TAV. 3 CARTA DI DEL SISTEMA IDROGRAFICO E DEL RISCHIO IDRAULICO
(scala 1: 5.000)

TAV. 4 CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO – Con correlazione con la legenda PAI - (scala 1: 5.000)

TAV. 5 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – Analisi sismica di 1° livello- (scala 1: 10.000)

- 2 - Fase di sintesi/valutazione: in questa fase, attraverso una valutazione incrociata degli elementi analitici raccolti, il territorio è stato interpretato in funzione degli attuali e prevedibili livelli di integrità, valore, rischio, vulnerabilità e degrado. Sono inoltre stati considerati i vincoli in merito agli aspetti geologici s.l. derivanti da norme sovraordinate. Dall'interpretazione integrata dei dati ed elaborazioni effettuate, il territorio comunale è stato quindi suddiviso in unità idro-geo-morfologiche contraddistinte da peculiari condizioni morfologiche, litologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche. Tali informazioni sono state riportate cartograficamente sugli elaborati:

TAV. 6 CARTA DEI VINCOLI (scala 1: 5.000)

TAV. 7 CARTA DI SINTESI (scala 1: 5.000)

- 3 - Fase di proposta: in questa fase, le unità idro-geo-morfologiche individuate nella fase precedente sono state distinte in classi omogenee di fattibilità geologica delle azioni di piano in conformità delle disposizioni regionali vigenti. Alle classi di fattibilità individuate sono stati sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. TAV. 5 - Carta della pericolosità sismica locale), che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.. Sono state quindi prodotte le:

TAV. 8 CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (scala 1: 10.000)

TAV. 9 CARTA DI DETTAGLIO DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (scala 1: 2.000)

In tali tavole, l'intero territorio comunale ed, in particolare, l'abitato di Pancarana vengono suddivisi nelle classi di fattibilità geologica per le azioni di piano previste dalle direttive regionali, fornendo gli input per la formulazione delle nuove previsioni urbanistiche di PGT.

Gli allegati cartografici sopra menzionati (TAVV. 1-9) sono stati redatti adottando come base topografica il rilievo aerofotogrammetrico comunale in scala 1: 5.000.

La presente relazione ha la funzione di commentare sinteticamente i contenuti dei singoli elaborati predisposti; essa include, inoltre, alcuni capitoli dedicati ad aspetti non trattati direttamente sulle cartografie allegate, quali l'assetto geologico-strutturale, gli aspetti neotettonici e sismici, ecc.

2 – FONTI BIBLIOGRAFICHE

Numerosa è la bibliografia che interessa la zona e che è stata consultata; in particolare le principali fonti bibliografiche assunte come riferimento per l'allestimento degli elaborati cartografici e per la stesura della presente relazione illustrativa, sono di seguito elencate.

Per quanto riguarda la litologia, la stratigrafia e la geologia strutturale si è fatto riferimento a:

- Carta Geologica d'Italia - Foglio Pavia (scala 1: 100.000)
- Castellarin A., Vai G.B. - Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale - Soc. Geol. I.T.C., Guide Geologiche Regionali (1982)
- “Modello strutturale d'Italia” (Scala 1: 500.000) - Progetto finalizzato geodinamica - Sottoprogetto Modello strutturale tridimensionale - C.N.R. (1990)
- Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica – Carta geomorfologica della Pianura Padana (Scala 1:250000).
- Pellegrini L. & Vercesi P.L. – “Considerazioni morfotettoniche sulla zona a sud del Po tra Voghera e Sarmato” – Atti Tic. Sc. Terra (1995)

Per gli aspetti pedologici sono state consultate le seguenti pubblicazioni:

- I suoli dell'Oltrepò Pavese, Progetto «Carta Pedologica» - Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (2001)
- Ersal – Climi e suoli lombardi, 2001.

Per quanto concerne invece gli aspetti idrogeologici ed idrologici, si è fatto riferimento ai lavori sotto indicati:

- Regione Lombardia – ENI – “Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia”
- C.N.R. – I.R.S.A. “Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia, Alessandria”. Quad. 28/2, Roma (1976).
- All. 3a “Carta Idrogeologica” alla scala 1 : 50.000 relativa al settore della provincia di Pavia a N del fiume Po, relativa alla “Fase Conoscitiva” del Piano Provinciale delle Cave della Provincia di Pavia.
- Cotta Ramusino S. – “Caratteri idrogeologici della prima falda acquifera nella zona di pianura dell'Oltrepò pavese”; Atti Ist. Geol. Univ. Pavia v. 30 (1982).
- Baroni D. et al. – “La falda freatica nella pianura oltrepadana pavese ed in quella alessandrina: considerazioni sulla vulnerabilità potenziale”; Atti Tic. Sc. Terra, v. 31 (1987/88).
- Provincia di Pavia –Divisione ambiente Settore Risorse Naturali “Lo stato delle acque in provincia di Pavia” Pavia (2008)
- Provincia di Pavia –Assessorato alla Tutela Ambientale, Settore Tutela Ambientale “Gli acquiferi di pianura della provincia di Pavia: origine e qualità della risorsa” Pavia (Gennaio 2010)

I dati climatologici sono stati desunti da:

- Agrioltrepò – “Progetto integrato di studi e indagini finalizzato alla razionalizzazione dell’uso delle acque del bacino imbrifero del T. Staffora ai fini agricoli e produttivi”.
- Ersal – Climi e suoli lombardi, 2001.

In merito al dissesto idrogeologico ed idraulico del territorio si è, infine, fatto riferimento a:

- Regione Lombardia – “Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici – Torrente Staffora (PV)”
- Regione Lombardia – “Perimetrazione delle aree inondabili del Torrente Staffora da Voghera al Po”
- Regione Lombardia – “Sistemazioni idrauliche nel bacino del Torrente Luria”
- Fondazione Lombardia per l’Ambiente – “Idrogeomorfologia e insediamenti a rischio ambientale- Il caso della pianura dell’Oltrepò Pavese e del relativo margine collinare” – a cura di G. Marchetti, F. Cavanna, P.L. Vercesi

L’analisi bibliografica preliminare ha infine comportato la consultazione degli elaborati predisposti nell’ambito di indagini pregresse di carattere geologico-tecnico e idrogeologico che hanno interessato il territorio comunale o suoi specifici settori.

3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO, PEDOLOGICO, SISMICO E GEOMORFOLOGICO

3.1 – Geologia e geomorfologia del territorio comunale

Dal punto di vista geologico l'area su cui insiste il territorio comunale di Pancarana è suddiviso in due distinte settori: uno, posto a meridione rispetto all'argine del fiume Po, è parte integrante di un ampio ed esteso ripiano di origine alluvionale costituito da depositi riferibili al "Fluviale recente" (noti in letteratura come "Depositati alluvionali a sud del Po", l'altro, a nord dell'argine, corrisponde al ripiano golenale del fiume Po.

La superficie di tale ripiano si presenta complessivamente regolare ed è dotata di una debole pendenza generale verso NNE; essa presenta, nell'ambito del territorio comunale, quote che variano all'incirca tra i 69.1 ed i 58.9 m s.l.m. La sua morfologia, prevalentemente monotona e piatta, è disturbata solo localmente da blande ondulazioni e dalla presenza di modeste scarpate naturali o artificiali che segnano spesso il confine tra diversi appezzamenti agricoli e/o costituiscono le ripe di rogge o canali irrigui e di scolo esistenti.

Dal punto di vista geomorfologico l'area presenta numerose tracce di alvei fluviali abbandonati (paleoalvei) ad andamento tipicamente arcuato che hanno influenzato il tracciato del reticolo idrico superficiale (vedi TAV 3).

L'intero territorio comunale è impostato su materiali di natura alluvionale, la cui presenza è da riconnettere con i diversi cicli deposizionali würmiani e post-würmiani che hanno interessato questo settore della Pianura Padana, nonché l'attuale azione fluviale del Po.

In questo contesto generale, la porzione di Pianura Padana di specifico interesse comprendente il settore meridionale del territorio comunale, è caratterizzata da un materasso costituito, partendo dalla superficie, per i primi 3-4 m da materiali fini argilloso-limosi e da "limi di stanca" e, al di sotto di questi, da materiali più grossolani a geometria lenticolare e modesto grado di alterazione (sabbie e ghiaie riferibili ad un antico conoide del Torrente Staffora nel settore occidentale e paleomeandri del Po, caratterizzati da depositi più fini come limi di stanca nel resto del territorio) almeno fino ad una profondità di 40-50 m; a questo proposito, si vedano le stratigrafie dei pozzi allegate alla presente relazione.

I depositi alluvionali presenti all'interno dell'area golenale sono costituiti in prevalenza da sabbie con interdigitazioni di lenti sabbioso-ghiaiose di potenza variabile, con intercalazioni limose e limoso-sabbiose.

Le sabbie sono prevalenti anche in superficie o a debole profondità dal piano campagna (<< 1 m) man mano che ci si avvicina all'alveo attivo del fiume Po; mentre nelle zone più meridionali in superficie predomina una coltre prevalentemente argillosa e limoso-argillosa. Peraltro, come noto, la presenza o meno di orizzonti limoso-argillosi nell'area golenale dipende essenzialmente dalle piene del F. Po che è in grado di depositare e/o asportare detti livelli.

La presenza di tali depositi è stata accertata sulla base dei rilievi di campagna e delle osservazioni eseguite nel corso dell'apertura di alcune trincee esplorative (descritte in apposito paragrafo).

Come già detto, l'origine dei depositi alluvionali in cui è impostato l'intero territorio comunale è da ascrivere ai cicli deposizionali connessi all'andamento meandreggiante del fiume Po.

Per quanto concerne l'ambiente deposizionale della piana alluvionale di fiume meandriforme, in genere, la fascia di anse in cui divaga il canale attivo appare debolmente rilevata rispetto alle piane inondabili adiacenti, e comprende un canale attivo relativamente stretto e profondo, caratterizzato da sezione asimmetrica; la barra di meandro; gli argini naturali; i ventagli di rotta o *crevasse*; i bacini inondabili e i canali abbandonati all'interno della fascia; zone umide.

Le litologie tipiche di questo ambiente deposizionale sono in prevalenza peliti, con sabbia e locali livelletti ciottolosi concentrati all'interno dei canali e dei ventagli di rotta. La sabbia va da grossolana a fine, con classazione e contenuto in matrice variabile. Si possono rinvenire locali livelletti carboniosi e torbosi specialmente in zone caratterizzate da clima umido. In corrispondenza di clima arido, non sono rare le concrezioni calcaree e ferruginose di colore rosso.

I processi agenti nell'ambiente deposizionale in parola sono le correnti incanalate, con trasporto sul fondo e in sospensione, caratterizzate da variazioni di regime e potenza connesse alle piene e alla morfologia dell'alveo, e le correnti libere dovute a tracimazione dai canali e rottura degli argini. All'interno dei canali attivi vi è una prevalenza degli effetti trattivi, mentre in quelli abbandonati e nelle aree oggetto di allagamento predomina la decantazione.

L'accrescimento e la migrazione laterale della barra di meandro (Fig. 1), è indotta dall'erosione al piede della riva concava del meandro e dalla conseguente sedimentazione su quella convessa.

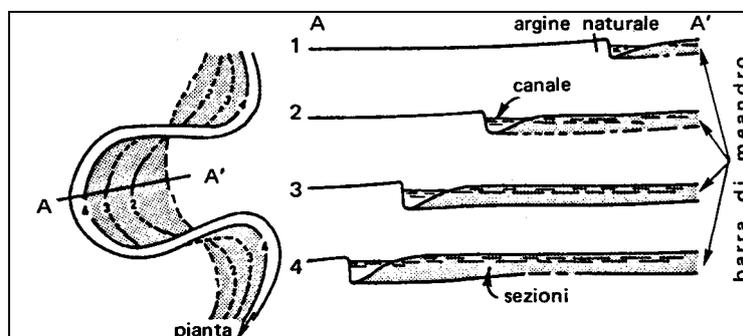


Fig. 1: Migrazione del canale e accrescimento della barra di meandro; l'erosione della riva concava e la deposizione su quella convessa procedono in coppia (da LE BLANC, 1972).

Il taglio di meandro (Fig. 2) provoca l'abbandono di singoli meandri, mentre la diversione del canale attivo l'abbandono di lunghi segmenti di canale.



Fig. 2: Taglio di meandro e riempimento del canale morto (da RICCI LUCCHI, 1980).

I canali rapidamente abbandonati vengono riempiti da sabbia sul fondo e successivamente da peliti (tappo d'argilla); quelli in cui l'abbandono avviene in modo più graduale vengono riempiti in prevalenza da sabbia e da silt (Fig. 3). In caso di tracimazione si ha un accrescimento degli argini determinato dalla deposizione della parte più grossolana del carico sospeso (silt).

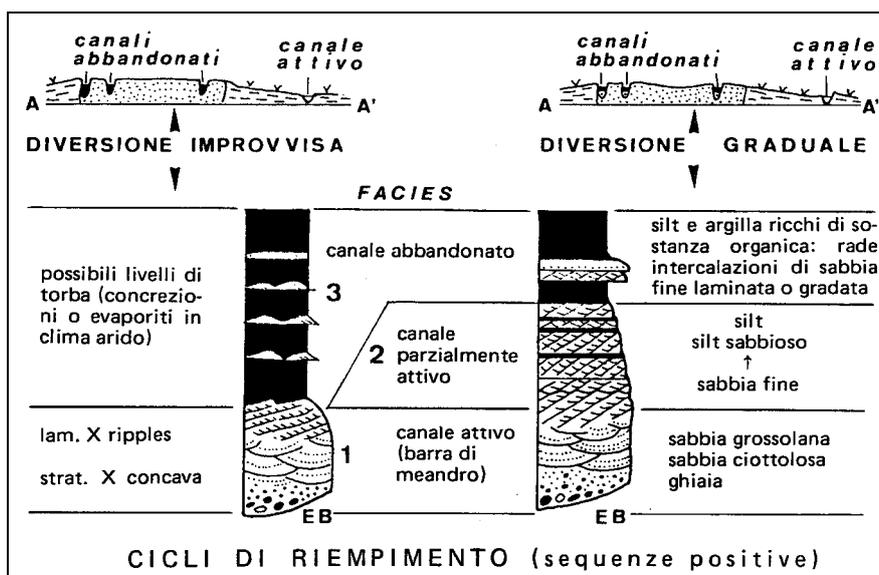


Fig. 3: Abbandono e riempimento dei canali nella pianura alluvionale con relativi cicli di riempimento (da RICCI LUCCHI, 1980).

Le barre di meandro e i riempimenti di canale danno luogo ai corpi sabbiosi primari (Fig. 4), caratterizzati da geometria allungata e sinuosa con spessore equivalente alla profondità del canale, isolati o articolati in corpi complessi. Tali corpi sabbiosi sono caratterizzati da geometria a sequenza positiva (Fig. 3), con strati di spessore e granulometria decrescenti verso l'alto a partire da una superficie erosionale basale relativamente piana: pavimento ciottoloso, sabbia grossolana, sabbia media, sabbia fine e silt, silt.

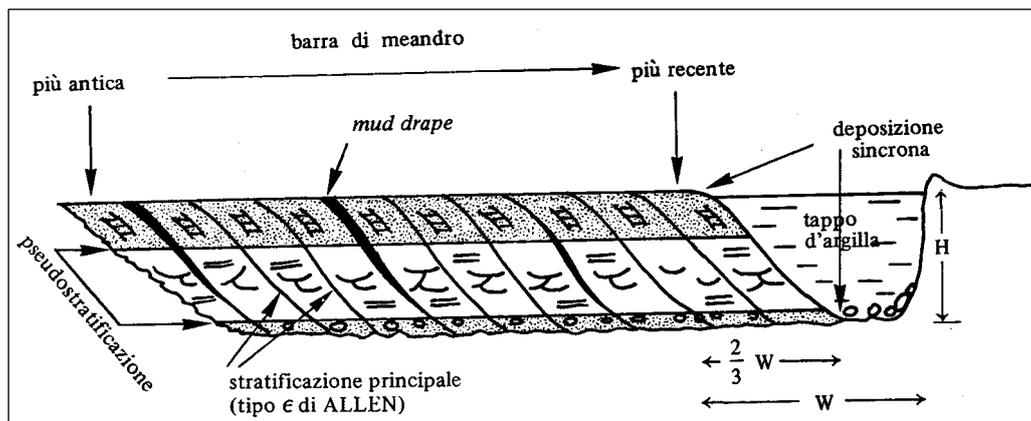


Fig. 4: Geometria di un corpo di *point bar* (da RICCI LUCCHI, 1980).

Le strutture sedimentarie presenti (Fig. 5) subiscono variazioni verticali in funzione dell'energia trattiva: nella porzione inferiore della sequenza prevalgono stratificazione incrociata concava a scala media (*dune*) e la laminazione piano-parallela di regime superiore, nella parte alta laminazione incrociata a piccola scala (*ripples*) e laminazione piano-parallela di regime inferiore.

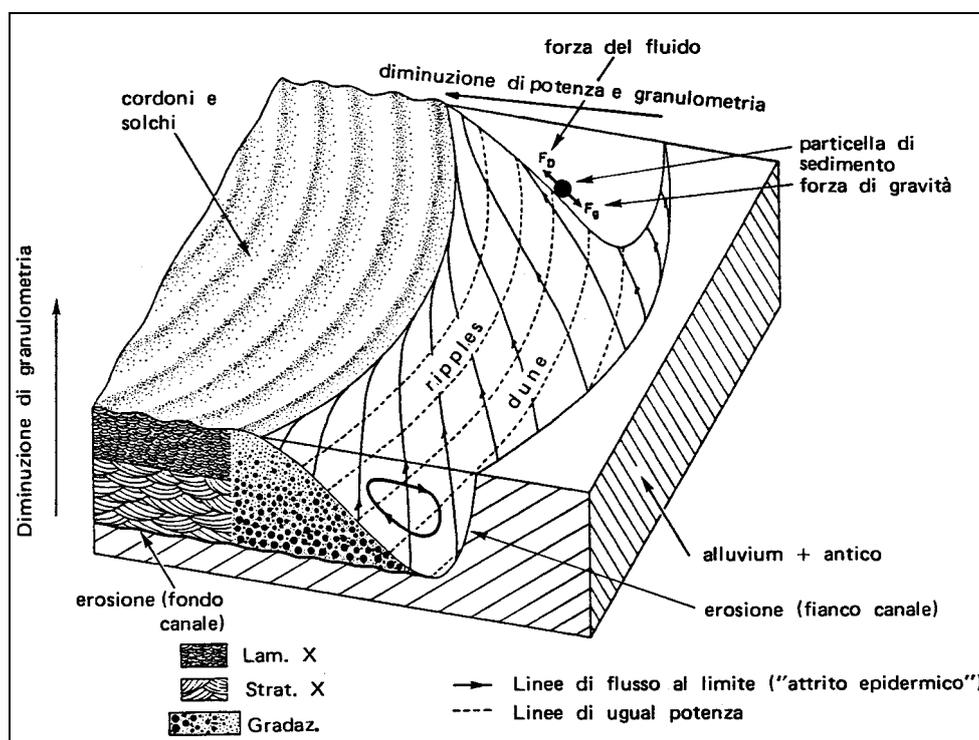


Fig. 5: Spaccato di un meandro e della relativa barra (da RICCI LUCCHI, 1980).

Nei ventagli di rotta si ha gradazione, laminazione incrociata e parallela, mentre nei depositi di tracimazione si ha stratificazione sottile, piana, ondulata e lenticolare, con alternanze di

sabbie, peliti e livelli vegetali in varie proporzioni, ripples da corrente e da onda spesso isolati, tracce di radici e fessure da disseccamento.

Da un punto di vista strutturale, nell'area si evidenzia un'ampia sinclinale sepolta (rilevata dagli studi dell'Agip nel 1959, confermata dalle più recenti indagini compiute da Pieri e Groppi nel 1981) avente direzione NE-SW e interessante proprio la zona in oggetto; mentre per avere riscontro di altri significativi elementi ci si deve spostare verso il margine appenninico, in particolare lo sperone di Stradella e verso l'area di Casteggio, ove si susseguono, ravvicinate, sinclinali e anticlinali costituenti trappole per idrocarburi.

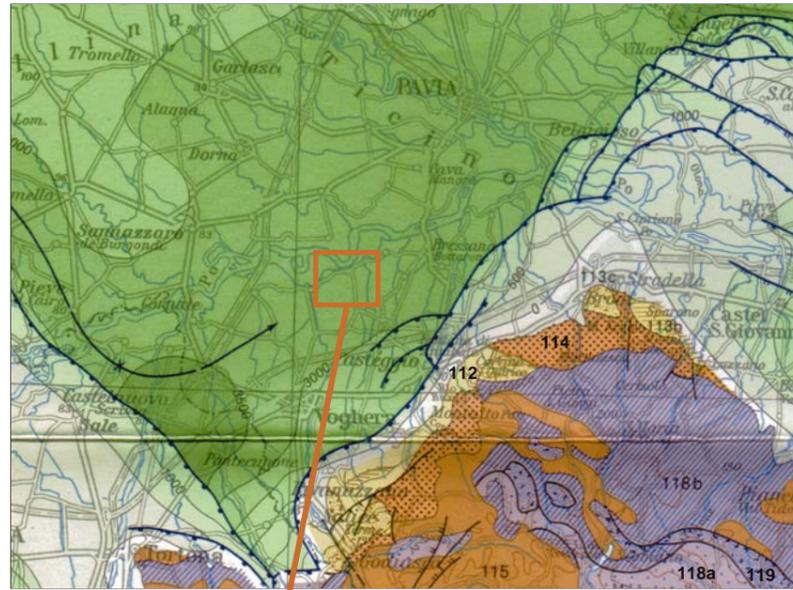
Circa lungo la congiungente Voghera - Casanova Lonati – San Colombano L. è presente una superficie di svincolo (rampa laterale) dell'arco sepolto emiliano.

In corrispondenza di questa rampa laterale dell'arco emiliano il Quaternario basale sembra essere interessato da deformazioni fragili; la stessa struttura sinclinalica presente nel sottosuolo dell'area comunale evidenzia uno stile deformativo blando derivato dal fenomeno transpressivo esercitato dalle rampe laterali dell'arco stesso, su una zona sostanzialmente indeformata, a causa dell'avanzata verso settentrione dell'avanpaese appenninico.

L'assetto del paesaggio naturale, corrispondente in definitiva a quello caratteristico degli ambiti rivieraschi del fiume Po, risulta inoltre talora modificato dalla presenza di più o meno rilevanti sbancamenti connessi con attività di tipo estrattivo (cave), situate prevalentemente all'interno dell'area golenale con sfruttamento dei depositi sabbiosi e ghiaiosi.

Nelle pagine seguenti sono state inserite alcune figure tratte dal "Modello strutturale", dalla "Carta Geomorfologica della Pianura Padana" e dalla pubblicazione "Idrogeomorfologia e insediamenti a rischio ambientale - Il caso della pianura dell'Oltrepò Pavese e del relativo margine collinare", riguardanti gli elementi geomorfologici.

FIG. 6: Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto finalizzato geodinamica - Structural Model of Italy, scala 1 : 500.000 - AA.VV.; 1983.



Area comprendente il territorio comunale di Pancarana

LEGENDA

APPENNINI

Depositi della catena successivi alla fase tettonica tortoniana, caratterizzati da tettonica compressiva lungo l'esterno dell'Appennino durante il Pliocene e il Pleistocene. Depositi pliocenici e quaternari di avampaese e avanfossa.

- 112  Depositi terrigeni marini e calcareniti lungo il lato adriatico degli Appennini; Pleistocene inferiore - Pliocene medio-superiore.
- 113 b  Evaporiti e depositi terrigeni; Messiniano
- 113 c  Depositi continentali clastici lungo l'esterno della catena; Messiniano

UNITÀ APPENNINICHE

Depositi clastici in unconformity con le Unità Liguri, successive alla fase tettonica burdigaliana.

- 114  Calcari bioclastici, arenarie, peliti e argille; Miocene ("Gruppo Bismantova-Termina" e "Sant'Agata- Serravalle" Auct.)

Depositi clastici in unconformity con le Unità Liguri, anteriori alla fase tettonica burdigaliana.

- 115  Arenarie, calcari, argilliti e conglomerati; Miocene inferiore - Eocene superiore ("Gruppo Loiano-Ranzano e "Cessole-Savignone" Auct.)

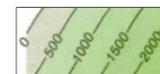
Unità Liguri (Falde appartenenti al dominio tetideo e al margine continentale africano)

- 118  Unità Flysch ad Elmintoidi: torbiditi calcaree ed arenacee, nella porzione basale depositi argillosi ("Complessi di Base" Auct.; Paleocene - Cretaceo, Unità Cassio (a) e Unità Caio (b))

- 119  Complesso Caotico: depositi argillosi caotici, spesso provenienti dalle Unità Liguri ("Argille Scagliose" p.p. Auct.)

SIMBOLI TETTONICI

-  Contatto tra singole unità tettoniche derivate dallo stesso dominio paleogeografico
-  Principali scivolamenti gravitativi e contatti tettonici indeterminati
- a  b  Faglia indeterminata; a: superficiale; b: sepolta
- a  b  Faglia normale; a: superficiale; b: sepolta
- a  b  Sovrascorrimenti e faglie inverse; a: superficiali; b: sepolti
- a  b  Principali thrust post-tortoniani; a: superficiali; b: sepolti
-  Asse di sinclinale sepolta



Isobate della base del Pliocene (avanfossa Padano-Adriatica)

Fig. 7: Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Università di Pavia, 1998. *Idrogeomorfologia e insediamenti a rischi ambientale - Il caso della pianura e dell'Oltrepò Pavese e del relativo margine collinare.*
 A cura di Giuseppe Marchetti, Franco Cavanna e Pier Luigi Vercesi.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

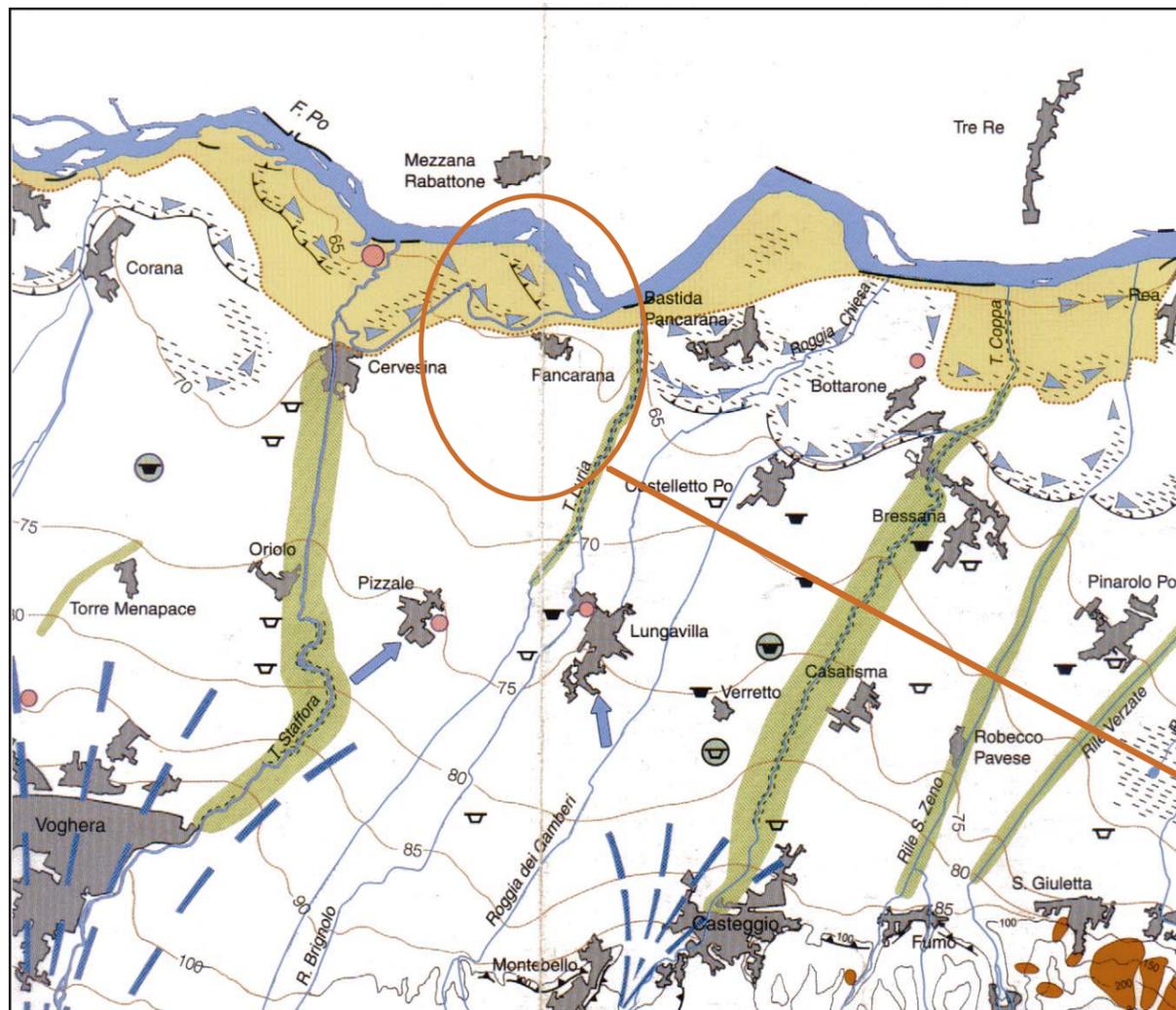
F. Cavanna - G. Marchetti - P.L. Vercesi

IDROGEOMORFOLOGIA E INSEDIAMENTI A RISCHIO AMBIENTALE
IL CASO DELLA PIANURA DELL'OLTREPO PAVESE
E DEL RELATIVO MARGINE COLLINARE

TAV. 2
CARTA DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

LEGENDA

	Alveo ordinario del F. Po.		Zona inondabile da piene eccezionali.
	Corso d'acqua secondario.		Area depressa in pianura alluvionale.
	Principali opere di difesa radente dell'alveo del F. Po.		Argine maestro del F. Po.
	Zona golenale del F. Po.		Arginatura lungo i corsi d'acqua di provenienza appenninica.
	Centro abitato.		Traccia di vecchi percorsi del F. Po.
	Limite di regione.		Vecchia direzione di corso d'acqua secondario.
	Dosso fluviale.		Principali fosse di cava (a= raggruppamento di cave).
	Conoide di deiezione.		Discariche: a) controllate; b) abusive o, comunque, non controllate.
	Fontanile.		
	75 Isoipsa della zona di pianura.		Orlo di scarpata di terrazzo: con altezza inferiore a 5 m; con altezza superiore a 5 m.
	200 Isoipsa della zona collinare.		Faccette triangolari.
			Zone interessate da movimenti gravitativi attivi o quiescenti.



Territorio comunale di Pancarana

FIG. 8: Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica; *Carta Geomorfológica della Pianura Padana*. AA.VV. S.EL.CA. (Firenze), 1997.



Area comprendente il territorio comunale di Pancarana

LEGENDA

-  Margine dei rilievi pre-quadernari emergenti nettamente dalla pianura.
-  Golena.

FORME DI ORIGINE TETTONICA

-  Gradino di faglia o di flessura (limitatamente alla pianura).
-  Scarpata tettonica nella fascia al limite tra pianura e rilievo.
-  Dislocazione sepolta con effetti morfologici evidenti.

FORME E DEPOSITI FLUVIALI

Tratti di pianura alluvionale distinti secondo la natura dei sedimenti superficiali prevalentemente:

-  Ghiaiosi
-  Sabbiosi
-  Limosi ed argillosi

-  Coltre di alterazione superficiale (suoli con orizzonte B rubefatto, suoli antichi e poligenetici) fino a 1 m di profondità.
-  Conoide alluvionale con pendenza 10-20%.
- Scarpata o pendio delimitante un terrazzo:
 -  Altezza <5 m
 -  Altezza 5-20 m
-  Incisione di un corso d'acqua.
-  Traccia di corso fluviale estinto, a livello della pianura o leggermente incassato.
-  Sito di importante deviazione fluviale.
-  Dosso fluviale particolarmente pronunciato (altezza >2 m, pendenza longitudinale <0,1%).
-  Altri dossi fluviali (meno pronunciati, o a forte pendenza longitudinale).
-  Area depressa in pianura alluvionale.

FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA

-  Copertura di loess associata a coltri di alterazione.

FORME LEGATE AD INTERVENTI ANTROPICI

-  Cave di piccole dimensioni.
-  Argini principali.

3.2 – Attitudini d'uso dei suoli

Le considerazioni riportate nel presente paragrafo sono state desunte da: “I suoli dell’Oltrepò Pavese” – Progetto «Carta Pedologica», della Regione Lombardia.

Escludendo l'ambiente urbanizzato, l'elaborato cartografico citato fornisce una zonizzazione del territorio comunale di Pancarana basata sull'attitudine dei suoli presenti agli usi agricolo ed estrattivo.

In particolare, all'interno del territorio comunale si distinguono le seguenti Unità pedologiche, cartografate in TAV. 1:

Unità cartografiche collocate nelle superfici modali antiche della piana alluvionale (VP2)

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 28 GOD1-GEO1**

Comprende dossi attivi e non (paleodossi) costruiti dai torrenti appenninici del settore occidentale (Staffora e Curone). Essi risultano rilevati di circa 1-2 m rispetto alle aree circostanti. Il substrato è composto da limi e sabbie; l'uso del suolo è a seminativo.

L'unità è costituita dal complesso di suoli GOD1 e GEO1: i primi si rinvencono nelle parti distali dei dossi, dove minore è stata l'energia di trasporto delle acque, mentre i secondi sono presenti nelle parti più interne, in prossimità dell'asta fluviale.

I suoli GEO1 sono molto profondi, a tessitura franca, calcarei e a reazione molto alcalina, drenaggio buono, permeabilità moderata, AWC molto alta e TSB alto. L'orizzonte è lavorato, di colore bruno oliva, ha CSC media; gli orizzonti sottostanti hanno colore bruno oliva chiaro. Il substrato ha evidenti laminazioni di sabbie e limi ed è presente entro i 150 cm di profondità. In questa unità non vi sono particolari limitazioni alla gestione agronomica, anche se in alcuni periodi è concreto il rischio di formazione di croste superficiali di moderata consistenza nei suoli GOD1, mentre alcuni tipi di colture sensibili possono risentire negativamente del grado di alcalinità presente nei suoli GEO1.

Interpretazioni suoli GOD1

Sottoclasse di capacità d'uso: II s (tessitura orizzonte superficiale)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: adatti

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: adatti

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: moderata (permeabilità)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: elevata

Valore naturalistico: basso

Interpretazioni suoli GEO1

Sottoclasse di capacità d'uso: III s (fertilità orizzonte superficiale)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: adatti

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: moderatamente adatti (C.S.C.)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: moderata (permeabilità)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: elevata

Valore naturalistico: basso

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 29 GOD3**

L'unità comprende dossi non più attivi, di limitata ampiezza e rilievo corrispondenti a passate divagazioni di torrenti appenninici nell'area depressa tra Pancarana e Castelletto di Branduzzo. Il substrato è composto da limi e argille; l'uso del suolo è a seminativo.

I suoli GOD3 costituiscono la fase a minor profondità e peggior drenaggio dei suoli GOD1 (U.C. 34). Questi suoli sono profondi su orizzonti massivi a tessitura fine, a drenaggio mediocre, permeabilità molto bassa e AWC alta. Il substrato è franco limoso o franco argilloso limoso con evidenti laminazioni nella parte superiore e argilloso, massivo, di colore grigio in quella inferiore.

Le limitazioni alla gestione agronomica sono per gran parte corrispondenti a quelle di fase principale, in altre parole al moderato rischio di formazione di croste superficiali. Non è però da trascurare la presenza del substrato argilloso profondo, corrispondente ai sedimenti della depressione valliva sepolti dai limi del dosso, poiché sicuramente rappresenta nei periodi più piovosi una limitazione alla percolazione delle acque in profondità. Tale limitazione può portare alla formazione di falde sospese e di situazioni di idromorfia, che possono risultare dannose per le colture ad apparato radicale profondo.

Sottoclasse di capacità d'uso: III s (tessitura orizzonte superficiale)
Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: adatti
Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: adatti
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: elevata
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: moderata (gruppo idrologico e indice di runoff superficiale)
Valore naturalistico: basso

Unità cartografiche collocate nelle depressioni antiche della piana alluvionale (VP4)

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 35 SSN1**

L'unità comprende superfici di transizione tra i dossi dei torrenti appenninici e le zone più depresse della parte centro orientale dell'area; l'uso del suolo è prevalentemente a seminativo.

I suoli SSN1 sono molto profondi, a drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, AWC moderata e TSB alto; essi sono inoltre molto calcarei. L'orizzonte lavorato, di colore bruno grigiastro scuro, ha tessitura franca argillosa limosa ed è molto alcalino. Il substrato è franco o franco sabbioso argilloso, alcalino, con evidenti laminazioni. Le limitazioni alla gestione agronomica sono legate al discreto contenuto in argilla (35-40%) negli orizzonti di suolo entro il metro di profondità. Questo comporta difficoltà di percolazione dell'acqua in profondità ed occasionali ristagni idrici nei periodi più piovosi.

Le lavorazioni devono essere effettuate in condizioni di tempera, in quanto gli aggregati hanno discreta coesione con suolo secco, mentre, dopo eventi piovosi di una certa entità, i mezzi agricoli devono attendere qualche giorno prima di accedere ai campi. Sono presenti crepacciature durante i periodi secchi, ma raramente ampie e profonde, tali da estendersi oltre l'orizzonte lavorato. La buona struttura degli orizzonti profondi permette comunque l'esplorazione di tutto il volume da parte delle radici, sicché anche colture arboree come la vite non presentano grossi problemi di adattamento.

In prossimità dei dossi, sono presenti come inclusioni suoli GOD.

Sottoclasse di capacità d'uso: II w s (drenaggio e tessitura orizzonte superficiale)
Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei liquami: adatti

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: adatti
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: elevata
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: moderata (gruppo idrologico e indice di runoff superficiale)
Valore naturalistico: basso.

Unità cartografiche collocate nelle depressioni recentemente bonificate della piana alluvionale (VP6)

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 41 CNL1 – SGD1**

L'unità si estende su ampie valli di recente bonifica racchiuse fra le aree rilevate costituite dai dossi dei corsi d'acqua appenninici e dei depositi alluvionali del fiume Po. Il substrato si compone prevalentemente di argille; l'uso del suolo è a seminativo.

L'unità è costituita dal complesso di suoli CNL1 e SGD1: i primi, meno idromorfi, si trovano preferenzialmente nelle parti marginali e più elevate della depressione, i secondi nelle parti più depresse con maggiori difficoltà di sgrondo delle acque.

I suoli CNL1 sono molto profondi, a drenaggio mediocre, permeabilità bassa, AWC moderata e TSB alto. L'orizzonte lavorato, di colore grigio oliva, ha tessitura argillosa, reazione alcalina, CSC alta ed è calcareo. Gli orizzonti sottostanti hanno colore oliva, tessitura argillosa, reazione molto alcalina e sono molto calcarei in quella inferiore. Il substrato è di colore grigio, talora con intercalazioni di livelletti limosi, a tessitura franca argillosa limosa o argillosa limosa.

I suoli SGD1 sono sottili, a causa della presenza di orizzonti ad idromorfia persistente per falda, drenaggio lento, permeabilità bassa, AWC bassa e TSB alto. L'orizzonte lavorato, di colore grigio oliva, ha tessitura franca argillosa limosa, reazione alcalina, CSC alta ed è calcareo. Gli orizzonti sottostanti hanno colore grigio, tessitura argillosa limosa, reazione molto alcalina e sono molto calcarei. Il substrato è di colore grigio, massivo, a tessitura franca argillosa limosa o argillosa limosa.

Le limitazioni alla gestione agronomica dei suoli sono legate in primo luogo alle difficoltà di sgrondo delle acque in queste aree depresse, il che dà luogo a condizioni di idromorfia del suolo (molto accentuate in SGD1), che restringono alle erbacee la gamma delle colture praticabili; questo spiega inoltre come mai in alcune zone, nel passato, fosse abbastanza diffusa la coltura del riso. Attualmente è molto importante tenere in buona efficienza la rete di scoline, oltre a sorvegliare con attenzione le sponde dei corsi d'acqua, pensili, che attraversano queste aree. E' inoltre opportuno lavorare il terreno in condizioni di tempera, sia per l'estrema coesione degli aggregati argillosi quando secchi, sia per le difficoltà ad accedere ai campi con suolo molto umido o bagnato.

Interpretazioni suolo CNL1

Sottoclasse di capacità d'uso: II w s (drenaggio e tessitura orizzonte superficiale)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: adatti

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: adatti

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: elevata

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: bassa (gruppo idrologico)

Valore naturalistico: basso

Interpretazioni suolo SGD1

Sottoclasse di capacità d'uso: III w (drenaggio e profondità utile)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: non adatti (profondità della falda)

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: non adatti (profondità della falda e drenaggio)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: bassa (profondità della falda)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: bassa (gruppo idrologico) (gruppo idrologico e indice di runoff superficiale)

Valore naturalistico: moderato

Unità cartografiche collocate nelle superfici modali delle piane alluvionali inondabili (VA3)

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 47 VRR1**

L'unità comprende ampie superfici, che storicamente costituivano la piana di divagazione dei meandri del Po e dal quale attualmente sono separate da un argine maestro dell'altezza media di 3-4 m. La zona è discretamente antropizzata ed i maggiori centri abitati sono collocati in prossimità dei canali di meandro non più attivi. Il substrato si compone di alluvioni a prevalente componente tessiturale limosa, ma non sono rari anche gli strati sabbiosi; l'uso del suolo è a seminativo.

I suoli VRR1 sono molto profondi, a drenaggio mediocre, permeabilità moderata, AWC alta e TSB alto. L'orizzonte lavorato, di colore bruno grigiastro, ha tessitura franca limosa, reazione alcalina, CSC media ed è moderatamente calcareo; l'orizzonte sottostante, di colore bruno oliva, ha tessitura franca limosa, reazione molto alcalina ed è calcareo.

Il substrato è franco limoso o franco, con intercalazioni di livelli sabbiosi. Le limitazioni alla gestione agronomica sono in parte connesse al rischio di inondazione, in quanto, in corrispondenza delle alluvioni del Po avvenute nel 1951 e nel 1994 l'argine è stato comunque superato in alcuni punti dalle acque. Per quanto riguarda l'orizzonte superficiale, vi è il rischio di formazione di croste superficiali di moderata consistenza in concomitanza di piogge battenti o sistemi di irrigazione non adatti. È inoltre spesso presente una falda transitoria fra i livelli sabbiosi e limosi del substrato, che costituisce indubbiamente una risorsa idrica nei periodi siccitosi.

In corrispondenza di strisce a substrato sabbioso situate lungo il percorso di meandri abbandonati, sono individuabili, come inclusioni, suoli DEF.

Sottoclasse di capacità d'uso: II w s (rischio di inondazione, drenaggio e tessitura orizzontale superficiale)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: moderatamente adatti (inondabilità)

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: moderatamente adatti (inondabilità e C.S.C.)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: moderata (permeabilità)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: moderata (gruppo idrologico)
Valore naturalistico: basso

Unità cartografiche collocate nelle superfici sede di passata attività fluviale delle piane alluvionali inondabili (VA7)

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 50 ONE1**

L'unità comprende meandri abbandonati situati nella piana del Po, depressi rispetto alle aree circostanti. I meandri più grandi ed evidenti si trovano tra Bastida Pancarana e Verrua Po, al confine meridionale con le valli della pianura appenninica. Il substrato si compone di limi e argille; l'uso del suolo è a seminativo.

I suoli One1 sono profondi, calcarei, a tessitura franca limosa, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, AWC alta e TSB alto.

L'orizzonte lavorato, di colore bruno oliva, ha reazione subalcalina e CSC media; gli orizzonti sottostanti, di colore bruno oliva chiaro, hanno reazione alcalina. Il substrato, franco o franco limoso, è grigio e presenta condizioni di idromorfia persistenti nel corso dell'anno legate alla presenza di una falda profonda.

Le limitazioni alla gestione agronomica sono principalmente in relazione al notevole contenuto in particelle comprese nella frazione tessiturale dei limi e delle sabbie fini (>75% del totale), con elevato rischio di formazione di croste spesse e consistenti dopo eventi piovosi di una certa entità o a causa dell'utilizzo di sistemi irrigui non adeguati. Di conseguenza sono da prevedere problemi di emergenza per le piantine di diversi tipi di colture, in particolare per quelle a bassa forza germinativa, il che può richiedere l'utilizzo di adeguati attrezzi rompicrosta. Nei periodi più piovosi, la frangia capillare legata alla falda può raggiungere gli orizzonti profondi e creare problemi di disponibilità di ossigeno per le radici delle piante. È pertanto sconsigliato l'impianto di colture arboree, compresa la vite.

Sottoclasse di capacità d'uso: III s (tessitura orizzonte superficiale)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: moderatamente adatti (profondità della falda)

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: moderatamente adatti (profondità della falda)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: elevata

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: moderata (gruppo idrologico)

Valore naturalistico: basso

Unità cartografiche collocate nelle superfici adiacenti ai corsi d'acqua ed isole fluviali inondabili (VA6)

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 52 ISN2**

L'unità si estende su golene del Po rilevate di circa 2-3 m rispetto al letto attuale del fiume con rischio di inondazione molto elevato. Sono diffuse le cave e i frantoi, in parte tuttora in attività.

Il substrato è costituito da sabbie e limi; l'uso del suolo è a pioppeto o vegetazione naturale. Questi suoli costituiscono una fase a rischio di inondazione molto alto dei suoli ISN.

La gestione di queste aree è condizionata in maniera determinante dalle inondazioni ricorrenti del Po, per cui l'utilizzo agricolo maggiormente consigliato è quello a pioppeto.

In corrispondenza di strisce allungate a substrato sabbioso, sono individuabili come inclusioni suoli GOL.

Sottoclasse di capacità d'uso: V w (rischio di inondazione)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: non adatti (inondabilità)

Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: non adatti (inondabilità)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: moderata (permeabilità)

Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: bassa (inondabilità)

Valore naturalistico: basso

- **UNITÀ CARTOGRAFICA N. 53 ISN1-GOL1**

L'unità si estende su golene del Po diffuse lungo tutta l'area, da Cornale ad Arena Po. Esse sono separate dalle golene aperte o dall'alveo del fiume da una scarpata dell'altezza di alcuni m e sono state interessate da apporti fluviali durante le rotte del 1951 e del 1994; il rischio di inondazione è moderato. Il substrato è costituito da sabbie o sabbie e limi; l'uso del suolo è a pioppeto.

L'unità è costituita dal complesso dei suoli ISN1 e GOL1, i suoli ISN1 sono collocati in corrispondenza dei depositi di barra di meandro mentre i suoli GOL1 corrispondono ai depositi più grossolani di barra di centro canale.

I suoli ISN1 sono molto profondi, a drenaggio mediocre, reazione alcalina, calcarei, saturazione in basi alta, hanno A.W.C. alta e permeabilità moderatamente elevata. L'orizzonte superficiale è franco limoso, bruno oliva chiaro, a CSC media. Il substrato è franco limoso, bruno oliva chiaro.

I suoli GOL1 sono molto profondi, a drenaggio buono, reazione molto alcalina, moderatamente calcarei, saturazione in basi alta, hanno A.W.C. alta e permeabilità moderatamente elevata. L'orizzonte superficiale è sabbioso franco, bruno oliva e a C.S.C. bassa. Il substrato è sabbioso, bruno oliva chiaro.

La gestione di queste aree è condizionata dalla possibilità che si verifichino inondazioni del Po per cui l'utilizzo è limitato al pioppo e, meno frequentemente, al mais.

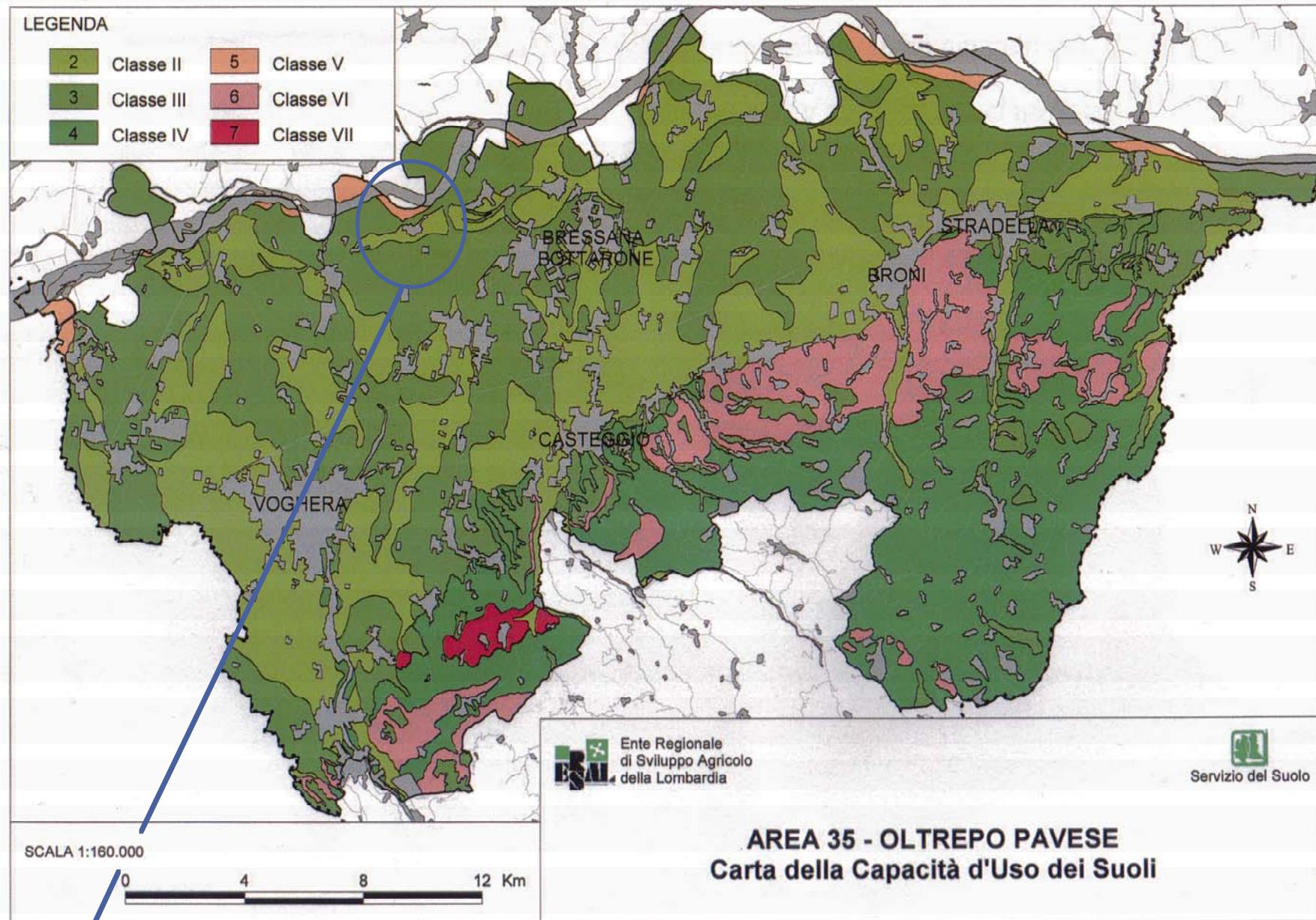
Interpretazione suoli ISN1

Sottoclasse di capacità d'uso: III w s (rischio di inondazione e fertilità orizzonti superficiali)

Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: moderatamente adatti (inondabilità)

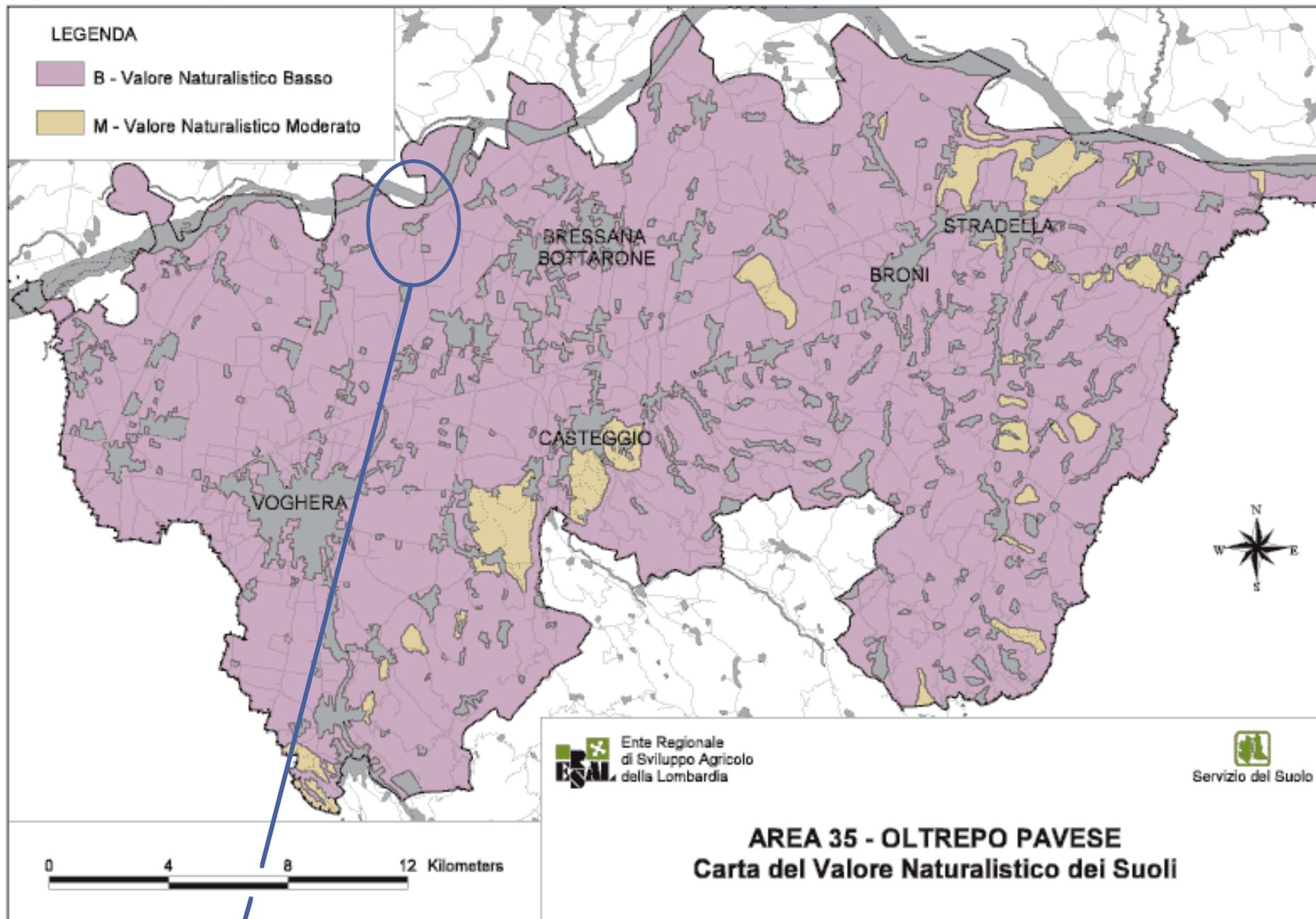
Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: poco adatti (inondabilità)
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: moderata (permeabilità)
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: moderata (inondabilità)
Valore naturalistico: basso
Sottoclasse di capacità d'uso: III w s (AWC, rischio di inondazione e fertilità degli orizzonti superficiali)
Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico di liquami: poco adatti (tessitura primo metro)
Attitudine dei suoli a ricevere fanghi di depurazione urbana: non adatti (tessitura)
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: bassa (permeabilità)
Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali: moderata (inondabilità)
Valore naturalistico: basso

Fig. 9: ERSAL - Regione Lombardia, 2001. Progetto "Carta Pedologica" - I suoli dell'Oltrepò Pavese.



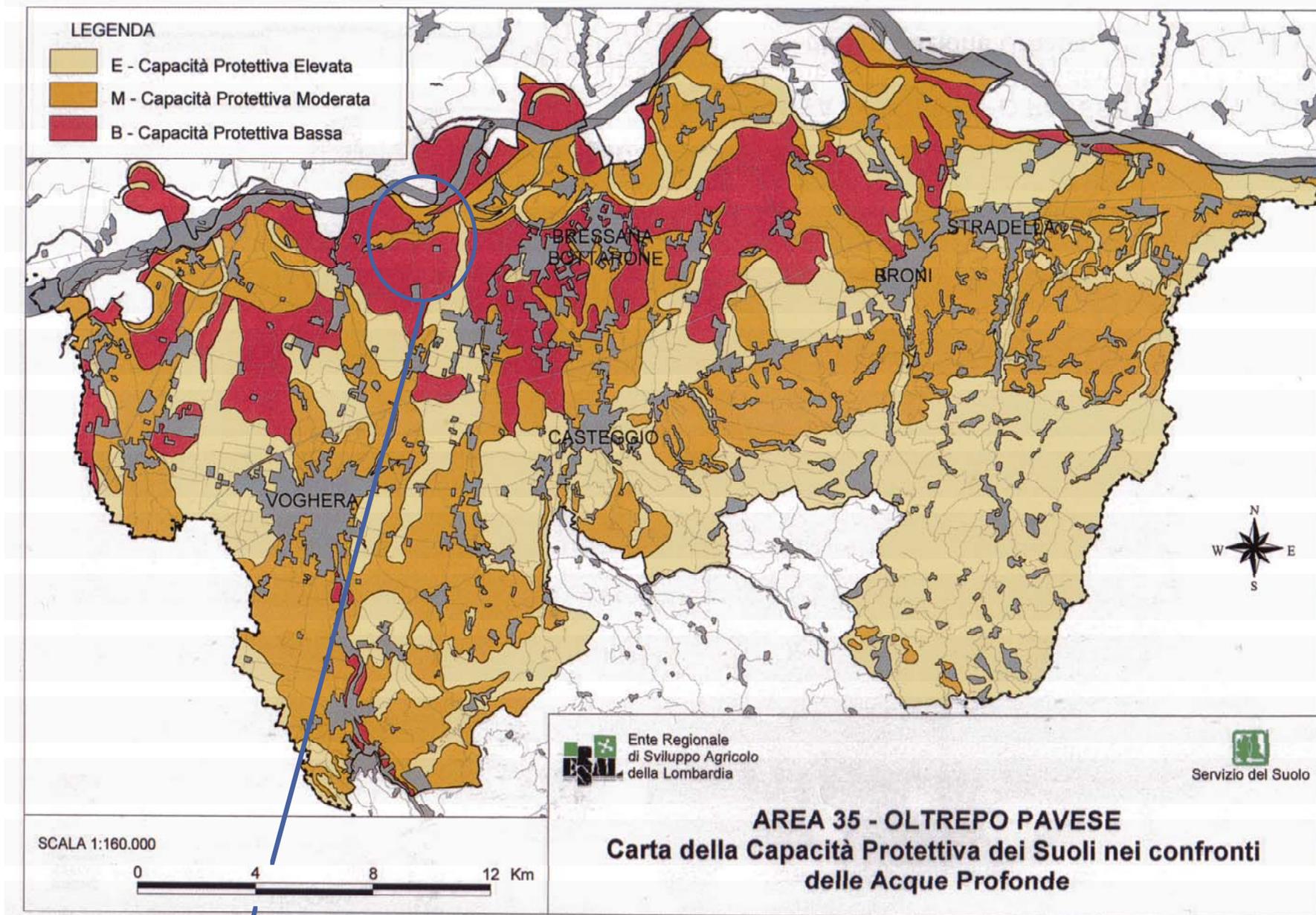
Territorio comunale di Pancarana

Fig. 10: ERSAL - Regione Lombardia, 2001. Progetto "Carta Pedologica" - I suoli dell'Oltrepò Pavese.



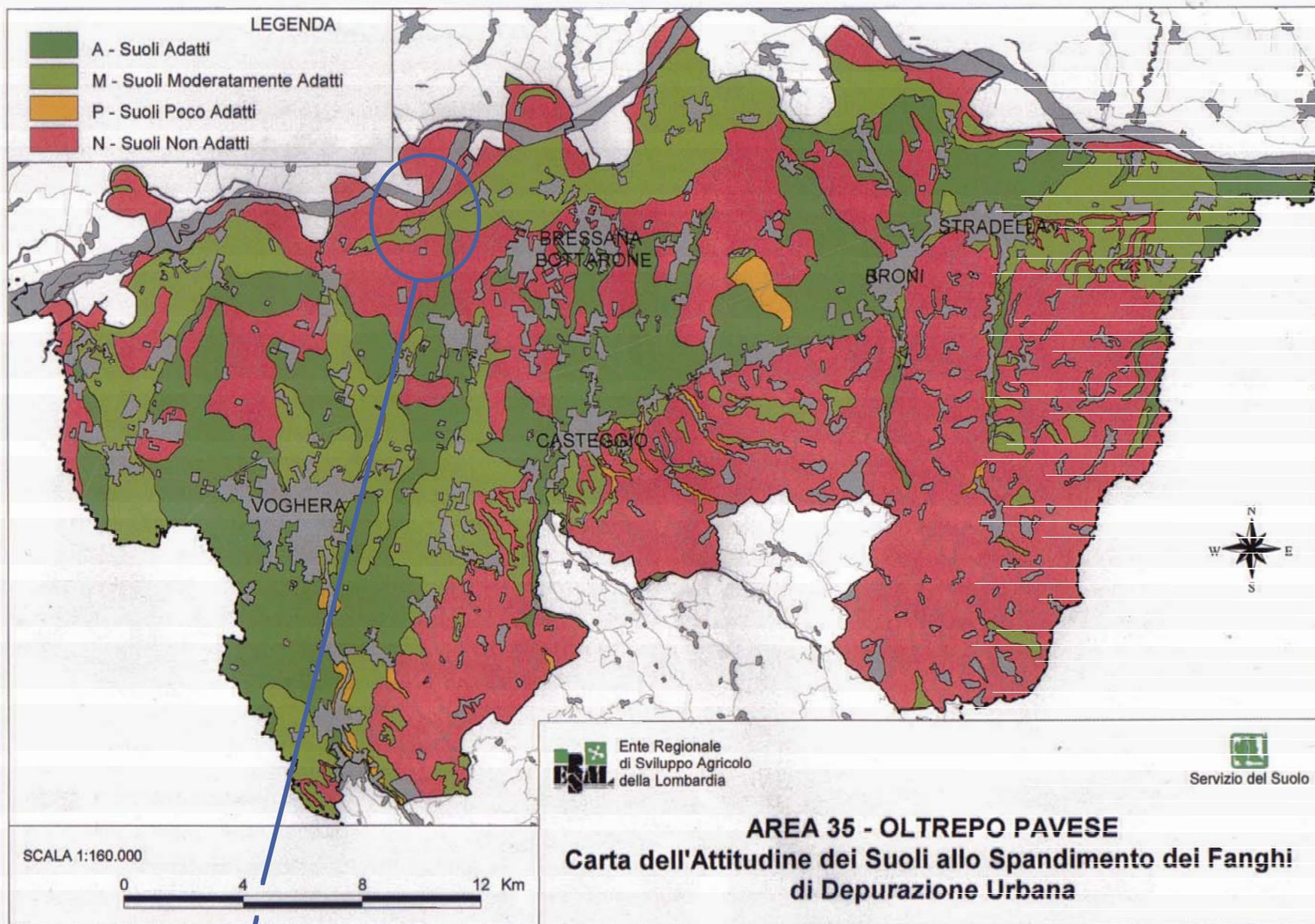
Territorio comunale di Pancarana

Fig. 11: ERSAL - Regione Lombardia, 2001. Progetto "Carta Pedologica" - I suoli dell'Oltrepò Pavese.



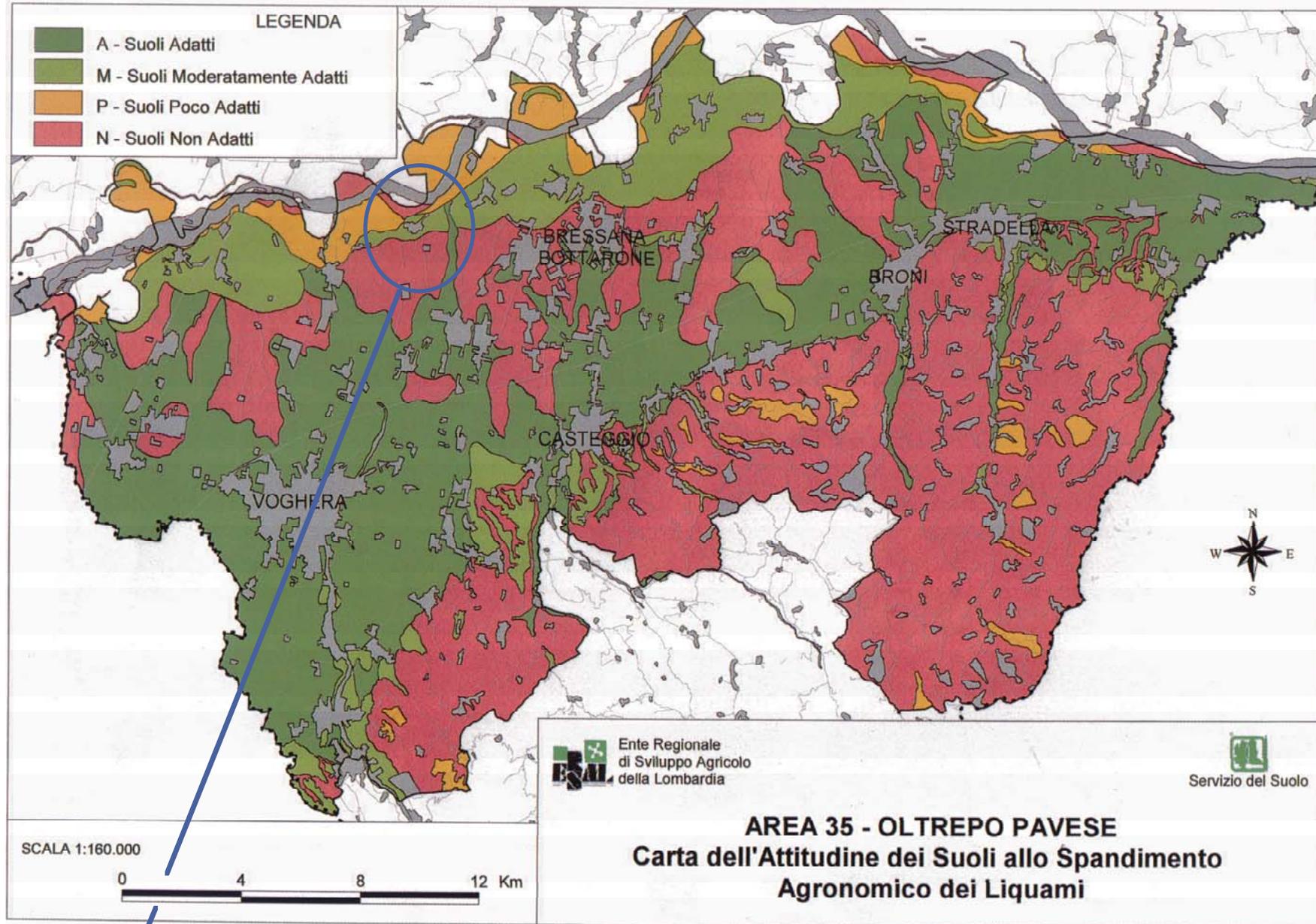
Territorio comunale di Pancarana

Fig. 12: ERSAL - Regione Lombardia, 2001. Progetto "Carta Pedologica" - I suoli dell'Oltrepò Pavese.



Territorio comunale di Pancarana

Fig. 13: ERSAL - Regione Lombardia, 2001. Progetto "Carta Pedologica" - I suoli dell'Oltrepò Pavese.



Territorio comunale di Pancarana

3.3 –Cenni di climatologia

Il mesoclima padano (tratto da: ERSAL, "Climi e suoli lombardi", a cura di L. Mariani, P.L. Paolillo, R. Rasio, 2001).

In pianura i campi meteorologici medi ed in particolare quelli delle temperature e delle precipitazioni variano con relativa gradualità. In particolare le temperature medie annue sono assai uniformi e presentano valori compresi fra 12 e 14°C mentre la piovosità media annua risulta gradatamente crescente dal basso mantovano verso nordovest, fino a massimi precipitativi della zona dei laghi prealpini. Colpisce in particolare la relativa regolarità di variazione delle precipitazioni medie annue del territorio a fronte della distribuzione spesso assai irregolare della pioggia nei singoli eventi, specie quelli temporaleschi.

Il clima della fascia pianeggiante della Lombardia viene classificato come mesoclima padano, che è un clima di transizione fra il clima mediterraneo e quello Europeo e che si caratterizza per inverni rigidi ed estati relativamente calde, elevata umidità, specie nelle zone con più ricca idrografia, nebbie frequenti specie in inverno, piogge piuttosto limitate ma relativamente ben distribuite durante tutto l'anno, ventosità ridotta e frequenti episodi temporaleschi estivi.

La distribuzione delle precipitazioni nell'area padana nel corso dell'anno mostra due massimi, uno principale in autunno (intorno a ottobre) ed uno secondario in primavera (attorno a maggio).

La ventosità è di norma ridotta, frequenti sono le calme di vento. Una sensibile accentuazione del vento si registra tuttavia in coincidenza con gli episodi di foehn alpino, mentre venti moderati o forti dei quadranti orientali si registrano nelle fasi di tempo perturbato, allorché un minimo depressionario si avvicina da ovest-sudovest alla nostra area. Isolati rinforzi del vento si hanno inoltre in occasione dei temporali.

Tra Ottobre e Febbraio la zona in esame, come del resto la Pianura Padana in generale, è particolarmente soggetta a nebbie e foschie.

Il clima dell'area di Pancarana

Più specificamente, per quanto concerne le caratteristiche climatologiche del territorio comunale di Pancarana si è fatto riferimento alle ricerche effettuate nell'ambito del "Progetto integrato di studi e indagini finalizzato alla razionalizzazione dell'uso delle acque del bacino imbrifero del T. Staffora ai fini agricoli e produttivi" promosso da Agrioltrepò, e ai dati forniti dall'ITAS "C. Gallini" di Voghera.

I parametri climatologici di seguito analizzati sono la temperatura e le precipitazioni. I dati presi in considerazione sono quelli delle stazioni pluviometriche-termometriche di Voghera e di Cervesina (confinanti con il territorio comunale).

Per quanto riguarda la stazione di Voghera i dati disponibili prendono l'avvio dal 1921 per la pluviometria e dal 1927 per le temperature mentre per quanto riguarda la stazione di Cervesina, sono disponibili i dati termometrici tra il 1981 e il 1986 e i dati pluviometrici tra il 1979 e il 1986.

In base ad un'analisi eseguita dall'ERSAL nell'ambito del "Progetto «Carta Pedologica» - I Suoli dell'Oltrepò Pavese", il clima della zona di Voghera (e verosimilmente di quella di Pancarana) risulta essere, secondo il **modello di Thornthwaite-Mather**:

C2 - tipo di clima: *da umido a subumido* (in funzione dell'indice di umidità globale)

B2' - varietà climatica: *secondo mesotermico* (in funzione dell'efficienza termica o PE)

S - variazione stagionale dell'umidità: *deficienza idrica moderata estiva* (in funzione dell'indice di aridità)

B3' - concentrazione estive dell'efficienza termica: *56% dell'efficienza termica concentrata nei mesi estivi*

3.4 – Sismicità del territorio comunale e elementi neotettonici e strutturali

Nel corso delle indagini condotte non è emersa alcuna notizia o dato bibliografico circa l'appartenenza dell'area su cui ricade il territorio comunale di Pancarana ad un ambito territoriale soggetto in passato ad eventi sismici di notevole entità.

Infatti, gli studi sulla sismicità storica e su quella strumentale effettuati nell'ultimo decennio hanno portato alla definizione di alcuni "distretti sismici" caratterizzati da una sismicità naturale relativamente scarsa e ben localizzata, da una congruità spaziale dei terremoti e da analogie di stile sismico.

A tale proposito l'area pavese risulta caratterizzata da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata pari al VI-VII grado della scala Mercalli (vedi fig. 14 tratta da "*Carta sismica d'Italia per il periodo 1893 - 1965 con le aree di massima intensità*" - scala 1:1.000.000 - a cura di E. Iaccarino e fig. 15 tratta da "*Massima intensità macrosismica risentita in Italia*" - 1995 - scala 1:1.500.000 - a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica).

Per quel che attiene all'aspetto sismotettonico, la zona in studio ricade in un ambito caratterizzato (M.S. Barbano et al., 1982) da uno spessore crostale dell'ordine dei 25-30 km e da una sismicità bassa. Infatti, in tale porzione della Lombardia l'attività sismica è da considerarsi ovunque scarsa (v. fig. 16 relativa alle Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Lombardia, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA).

Nella fig. 17, tratta da "*Guide geologiche regionali: Alpi e Prealpi lombarde*" (1990) sono evidenziati i terremoti che si sono verificati in Lombardia tra l'anno 1000 e il 1984, con la dimensione dei poligoni che è proporzionale alla "magnitudo" dei sismi. Si osserva facilmente come i maggiori terremoti lombardi si siano sviluppati nella zona bresciana, mentre nell'area pavese gli eventi tellurici hanno sviluppato una magnitudo poco rilevante ed hanno risentito indirettamente dell'attività sismica dei comparti sismogenetici confinanti (area dell'Oltrepò). È infine da rilevare come nell'ambito della zona esaminata non sia noto nessun evento sismico tra il 1975 e il 1984.

Tutto ciò trova giustificazione, dal punto di vista geologico, nella collocazione del territorio comunale di Pancarana all'interno di una vasta area caratterizzata da un notevole spessore di depositi alluvionali, interessata in passato da fenomeni di continuo e moderato abbassamento durante il Pliocene e parte nel Pleistocene inferiore, seguiti da fenomeni di moderato sollevamento (vedi fig. 18, tratta dalla "*Carta neotettonica d'Italia*" - 1983 - scala 1:500.000, a cura del C.N.R. "Progetto finalizzato geodinamica - Sottoprogetto neotettonica").

Va inoltre fatto notare che l'area su cui ricade il territorio comunale, pur trovandosi a distanza relativamente modesta da strutture sepolte della pianura o del pedemonte (alcune delle quali si ritiene non abbiano ancora raggiunto un assetto tettonico definitivo, come quella del Colle di S. Colombano al Lambro), non risulta comunque direttamente interessata da alcuna di esse.

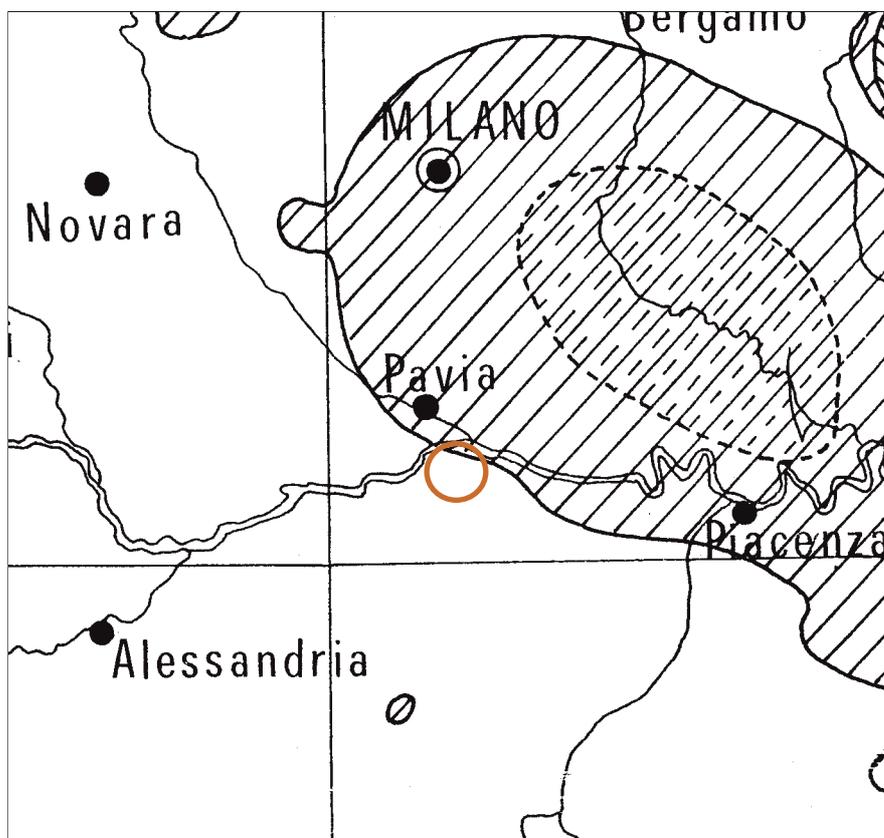
Analisi recentemente condotte (Molin D., Stucchi M. & Valensise G., 1996 - *Carta delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani*. "Sicurezza - 96" - Milano Fiera, 26-30/11/96) includono il territorio comunale di Pancarana tra le aree a pericolosità sismica di classe C e rappresentate da comuni in cui l'intensità massima dei sismi non ha

superato in passato il VI° grado della scala MCS, dove gli effetti massimi attesi consistono in forti scuotimenti e possibilità di danni occasionali di lievi entità (v. fig. 19).

Ulteriori recenti annotazioni sui sismi dell'area considerata sono riportate nelle tabelle inserite, dopo le figure precedentemente menzionate, a fine paragrafo:

- *“NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno” - versione NT4.1.1 luglio 1997 con aggiornamenti 1981-1992 (marzo 1998) - Zona sismogenetica 26” - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (Camassi e Stucchi), con descrizione sintetica delle modalità di determinazione dei parametri;*
- *“Storia sismica di Pavia” e “Storia sismica di Voghera”, estratte dal “DBMI04, il database di osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04”;*
- *“Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Pavia”, estratta da “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA” - Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (Molin, Stucchi e Valensise), con allegata carta delle “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Lombardia (v. fig. 19).*

Fig. 14 - Stralcio dalla "Carta sismica d'Italia per il periodo 1893-1965 con aree di massima intensità" (Scala 1:1.000.000) - a cura di: E. Iaccarino - Comitato Nazionale Energia Nucleare - Gruppo Attività Minerarie.



LEGENDA



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° grado della Scala Mercalli.



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI°- VII° grado della Scala Mercalli.



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VII° grado della Scala Mercalli.



Ubicazione dell'area di interesse

Fig. 15 - Istituto Nazionale di Geofisica, 1995. "Massima intensità macrosismica risentita in Italia"; Systemcart, ROMA.



Istituto Nazionale di Geofisica

MASSIMA INTENSITÀ MACROSISMICA RISENTITA IN ITALIA

MAXIMUM FELT INTENSITY IN ITALY

Intensities following the M.C.S. scale

Nota: I dati utilizzati per la compilazione della mappa si riferiscono al periodo dall'anno 1 al 1992 e sono provenienti da cataloghi e raccolte di mappe macrosismiche di istituzioni italiane e straniere. Le massime intensità risentite sono il risultato della digitalizzazione e dell'elaborazione delle informazioni contenute nei cataloghi, della modellizzazione della propagazione degli effetti e della attribuzione dei modelli di propagazione agli eventi sismici privi di mappa macrosismica. Per il dettaglio sul metodo e per la bibliografia si rimanda alle note esplicative.

Note: The data used in this map cover a time window from 1 to 1992. The maximum felt intensities are the result of the digital elaboration of Italian and foreign seismic catalogues and isoseismal maps. The regional and azimuthal propagation models obtained were assigned to the unmapped earthquakes. For details about method and bibliography see the explanatory booklet.

Coordinamento scientifico ed editoriale:

Editorial and scientific coordination by:

E. BOSCHI, P. FAVALI, F. FRUGONI, G. SCALERA, G. SMRIGLIO

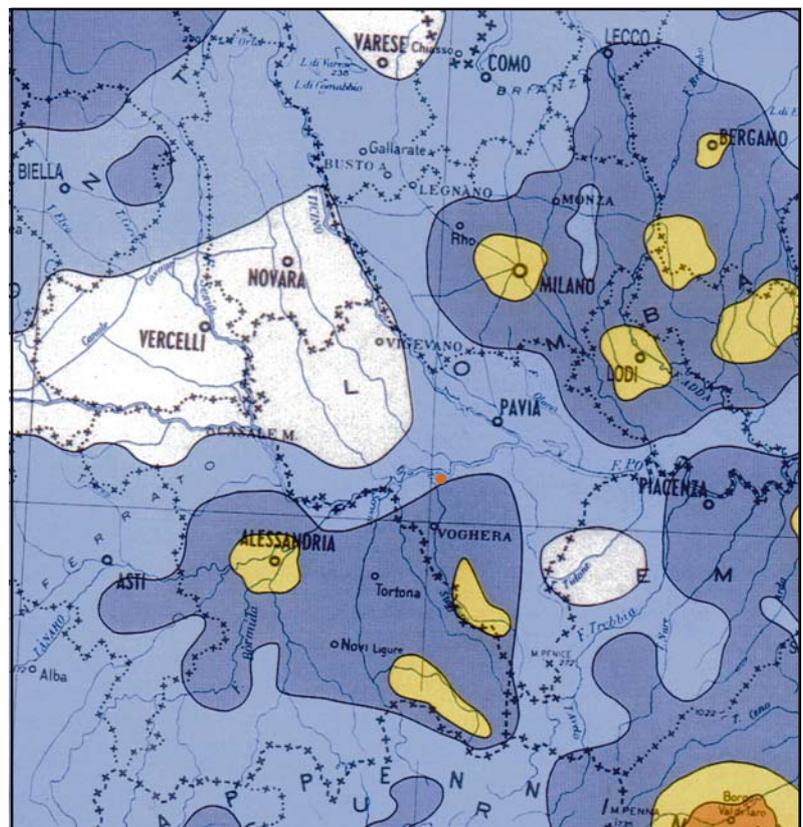
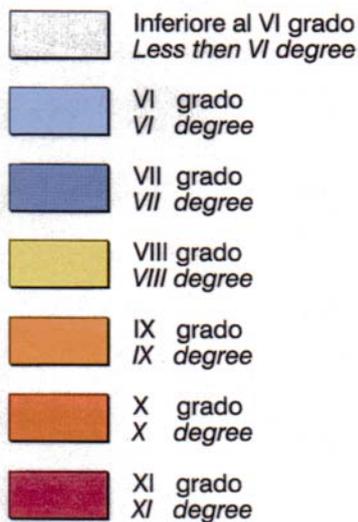


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Scala 1:1,500,000

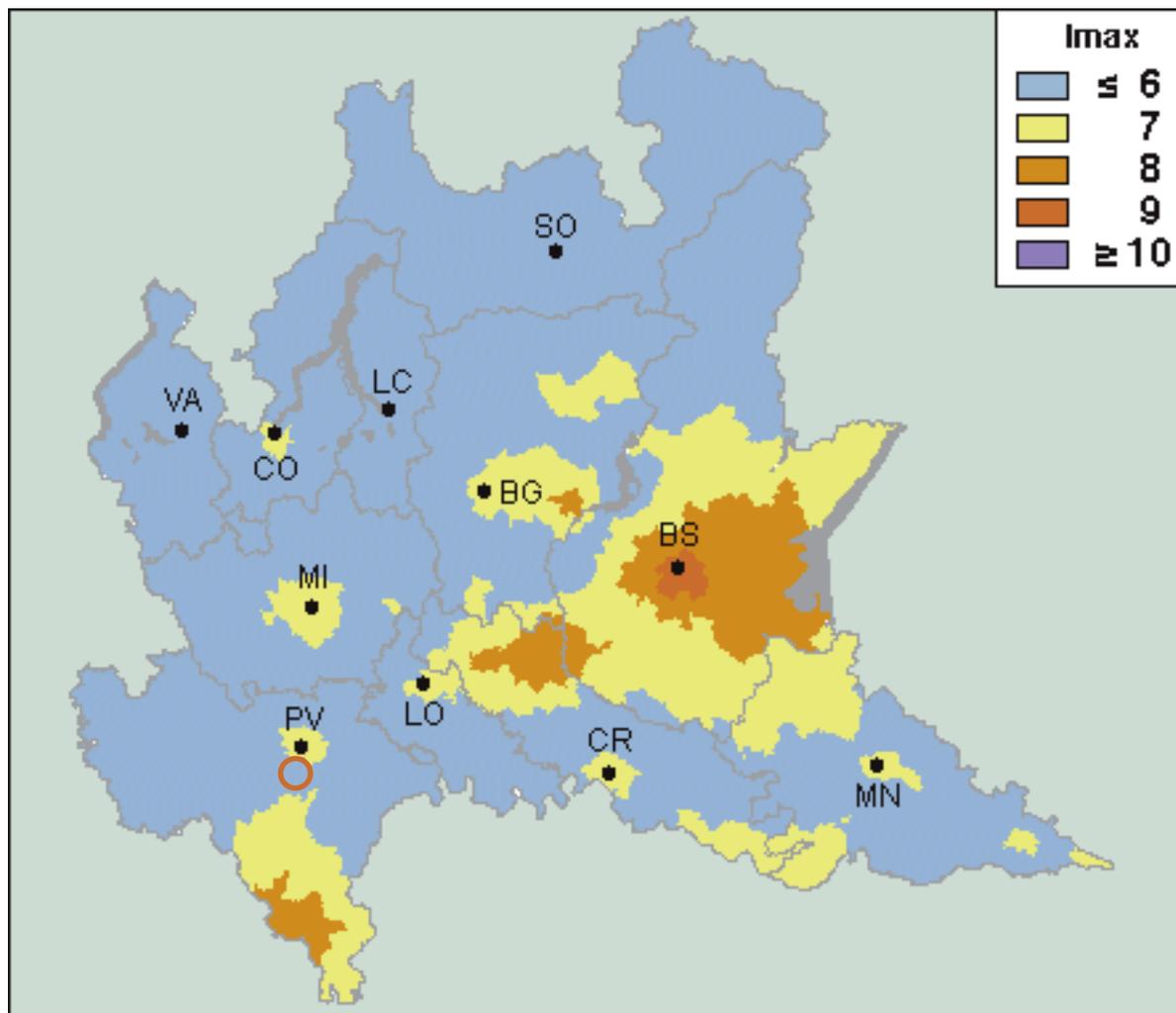


Intensità espresse in scala M.C.S.



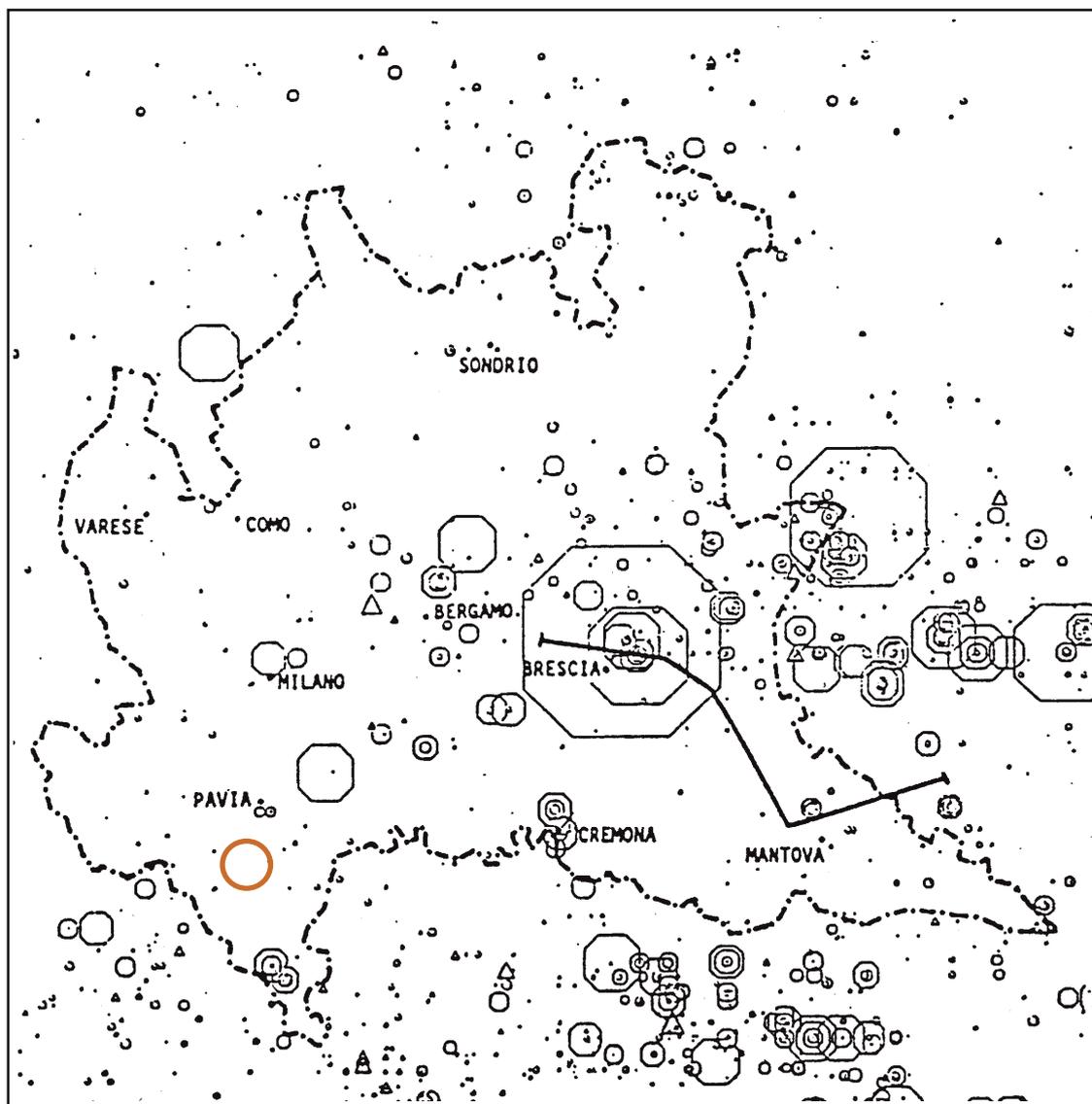
● Territorio comunale di Pancarana.

Fig. 16 - “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Lombardia” valutate a partire dalla Banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA - Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (Molin, Stucchi, Valensise).



 Ubicazione dell'area di interesse.

Fig. 17 - Eventi sismici verificatisi in Lombardia nel periodo 1000 - 1984
(tratto da: “Guide geologiche regionali: Alpi e Prealpi lombarde” a
cura di: Società Geologica Italiana).

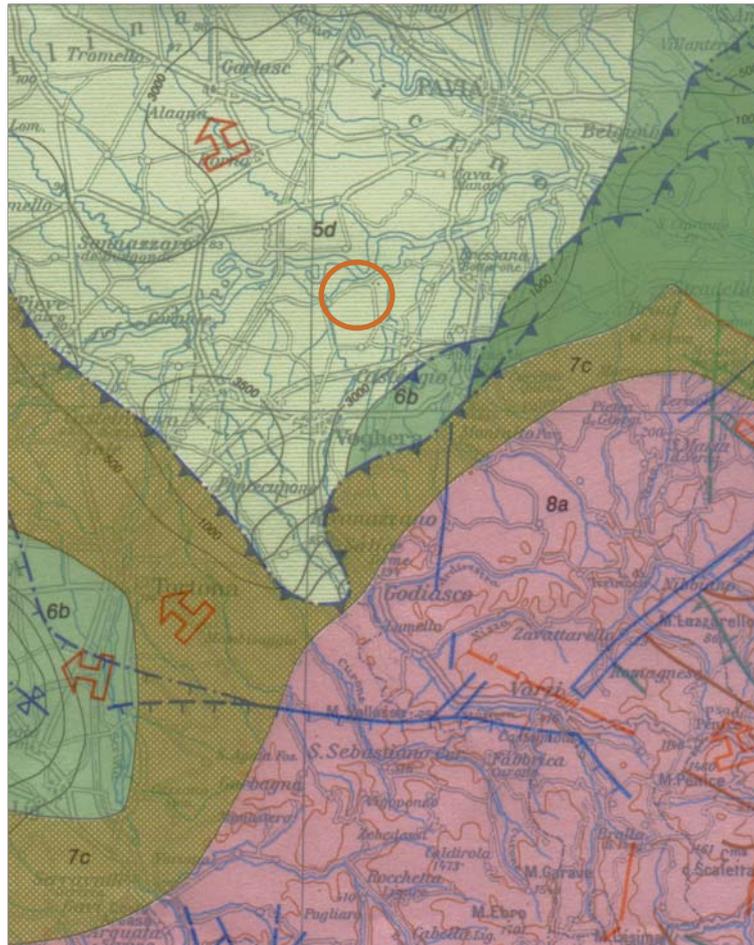


LEGENDA

- Evento sismico manifestatosi tra il 1000 e il 1974
- △ Evento sismico manifestatosi tra il 1975 e il 1984
- Ubicazione dell'area di interesse

Nota: la dimensione dei poligoni è proporzionale alla “magnitudo” dei sismi

Fig. 18 - Stralcio tratto da: “Carta neotettonica d’Italia” (scala 1:500.000) a cura di: C.N.R. “Progetto Finalizzato Geodinamica” (Dir. F. Barberi) - “Sottoprogetto neotettonica” (Coord. C.Bosi).



LEGENDA

RETROPAESE DEBOLMENTE DEFORMATO NEL PLIOCENE - QUATERNARIO



Continuo e moderato abbassamento nel Pliocene e parte del Pleistocene Inf., seguito da moderato sollevamento. Prevalenti deformazioni duttili.

CATENA FORTEMENTE DEFORMATA NEL PLIOCENE E NEL QUATERNARIO



Intenso abbassamento del bacino interposto longitudinalmente e asimmetricamente tra locali culminazioni con prevalente sollevamento. Intense deformazioni con faglie, pieghe e sovrascorrimenti.



Generalizzato e intenso sollevamento. Moderate deformazioni, principalmente pieghe, localmente sovrascorrimenti.

LOCALE SOLLEVAMENTO NEL PLIOCENE E PLEISTOCENE INFERIORE DEL RETROPAESE EVOLVENTE IN CATENA



Abbassamento, localmente interrotto da sollevamento, nel Pliocene; generale sollevamento dal Pliocene Sup. - Pleistocene Inf..



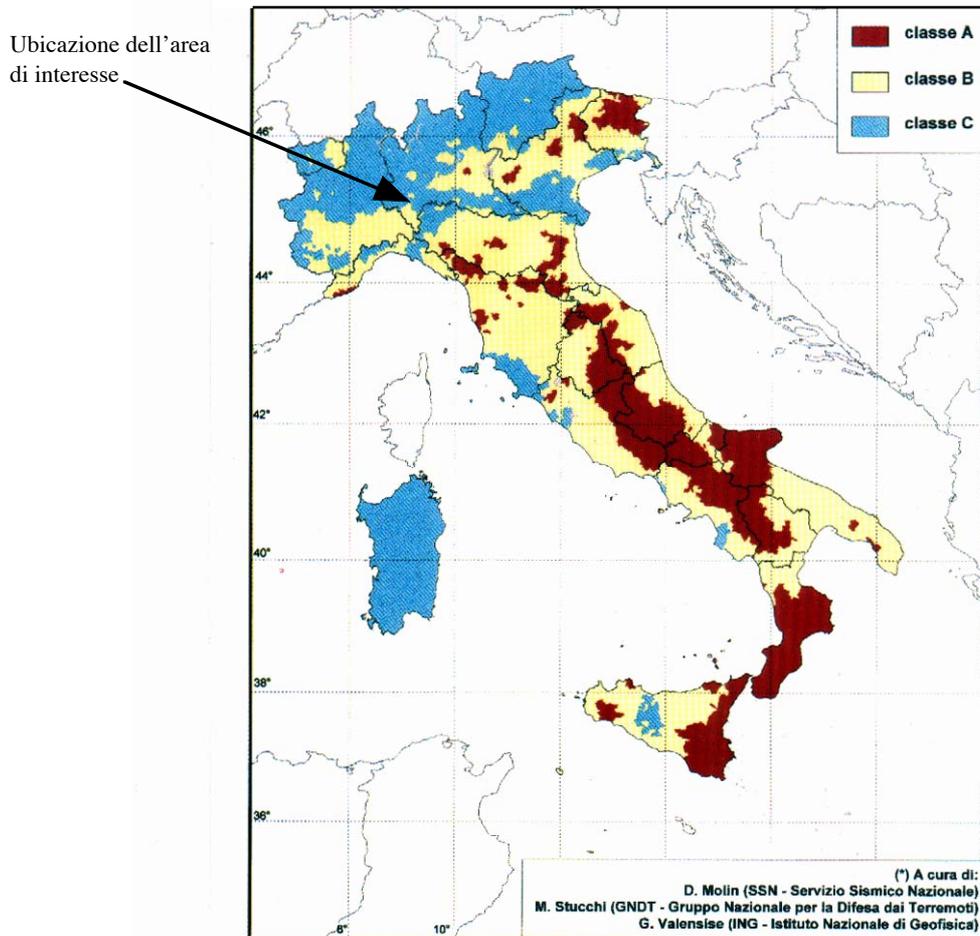
CATENA APPENNINICA INTENSAMENTE DEFORMATA NEL PLIOCENE E NEL QUATERNARIO

Continuo sollevamento nel Pliocene e nel Quaternario.



Ubicazione dell'area di interesse.

Fig. 19 - “Massimi effetti sismici attesi nei comuni italiani” (estratto dalla carta delle “Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani” elaborata per conto del Dipartimento della Protezione Civile).



classe C: comuni in cui l'intensità massima non ha superato in passato il VI grado MCS. Gli effetti massimi attesi consistono in:

- forti scuotimenti
- possibilità di danni occasionali di lieve entità

classe B: comuni in cui l'intensità massima ha raggiunto in passato valori tra il VII e l'VIII grado MCS. Gli effetti massimi attesi consistono in:

- danni, anche gravi, di tipo non strutturale
- possibilità di crolli di edifici in muratura particolarmente vulnerabili

classe A: comuni in cui l'intensità massima ha raggiunto o superato in passato il IX grado MCS. Gli effetti massimi attesi consistono in:

- gravi danni di tipo non strutturale
- crolli diffusi di edifici in muratura
- possibilità di crolli di edifici in cemento armato, in particolare di quelli non costruiti secondo le norme sismiche.

NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno versione NT4.1.1 luglio 1997, con aggiornamenti 1981-1992 (marzo 1998).

Zona sismogenetica 26

N	Tf	Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Ax	Rt	Os	Nmo	Nip	Ix	Io	Lat	Lon	Pa	Sz	Ta	Agm	Ms	Td	Nio	Sd	Mm	H	
516	DB	1276	07	28				CREMONESE	GDTSP	6U	7	5	60	65	45.130	9.560		26	G		47	M			45	47	H2
517	DB	1303	03	22	23			PIACENZA	ENL85	1R	1	1	55	55	45.050	9.700		26	G		42	M			31	42	H2
518	DB	1369	02	01				ALESSANDRIA	CFT95	3P	6	2	75	65	44.910	8.610		26	A		47	M			45	47	H2
519	DB	1541	10	22	18			VALLE SCRIVIA	ENL85	1R	9	9	80	80	44.750	8.850		26	G		55	M			47	55	H2
520	DB	1680	04	30	11			GAVI	ENL85	1R	1	1	70	70	44.650	8.750		26	G		50	M			40	50	H2
521	DB	1759	05	26	01	30		PAVIA	ENL85	1R	2	2	60	60	45.183	9.167		26	A		44	M			35	44	H2
522	DB	1786	04	07				PIACENZA	ENL85	1R	8	8	70	65	45.283	9.583		26	A		47	M			45	47	H2
523	DB	1828	10	09				VAL STAFFORA	ENL85	1R	96	87	80	75	44.816	9.097		26	G		52	M			43	52	H2
524	DB	1882	02	15	04	50		APP. LIGURE	ENL85	1R	18	15	60	60	44.633	9.117		26	G		44	M			35	44	H2
525	CP	1910	01	23	01	50		PONTE DELL'OLIO	POS85	1P				55	44.900	9.633		26	G		42	M			31	42	H2
526	DB	1913	12	07	01	28		NOVI LIGURE	GDTSP	6U	56	33	50	50	44.767	8.783		26	G	MAA93	44	O	01		39	H2	
527	DB	1945	06	29	15	37		VARZI	ENL85	1R	25	23	75	75	44.817	9.100		26	G	MAA93	46	O	01		52	H2	
528	DB	1945	12	15	05	27		VARZI	ENL85	1R	12	11	60	55	44.833	9.117		26	G	KAR71	47	O	01		43	H2	
529	CP	1965	03	15	08	56		CAPRIATA	POS85	1P				55	44.700	8.700		26	G		42	M		31	42	12	
530	DB	1975	11	16	13	04		BORGIO VAL DI TARO	GDTSP	6U	10	3	55	55	44.617	9.433		26	G	MAA93	45	O	02		49	43	20
531	CP	1976	08	22	02	49	13	MAGGIORASCA	POS85	3P				55	44.567	9.500		26	G		40	C		27		20	

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti

NT 4.1
CATALOGO PARAMETRICO DI TERREMOTI DI AREA ITALIANA
AL DI SOPRA DELLA SOGLIA DEL DANNO
versione NT4.1.1 luglio 1997
con aggiornamenti 1981-1992 (marzo 1998)
(Camassi e Stucchi)

Di seguito viene fornita una descrizione sintetica delle modalità di determinazione dei parametri.

- N Numero d'ordine del record
I record sono numerati secondo la progressione delle zone sismogenetiche (Sz) e, all'interno di queste, in ordine cronologico. NT4.1 contiene 2421 record.
- Tr Tipo di record
Il catalogo contiene stringhe di parametri determinate in due modi diversi:
- DB determinati secondo procedure omogenee a partire da dati di base (949 record)
 - CP adottati da altri cataloghi parametrici (1472 record)
- Ye Tempo origine (anno, mese, giorno, ora, minuto e secondo)
- Mo Per i record DB il tempo origine è stato assegnato secondo procedure non omogenee.
- Ho Per i record CP il tempo origine è stato riportato secondo la formulazione originale.
- Mi
- Se
- Ax Area epicentrale
Per i record DB sono state scelte denominazioni indicative, atte a caratterizzare l'area di massimo effetto.
Per i record CP è stata conservata la denominazione originale.
- Rt Radice dei parametri, ovvero dataset da cui sono stati determinati i parametri
Questo parametro identifica la "radice" dei parametri, ovvero:
per i record DB, lo studio che fornisce il dataset di base;
per i record CP, il catalogo parametrico da cui sono stati adottati i parametri.
Sigle e relative specifiche bibliografiche sono fornite nel paragrafo "Radici dei parametri: riferimenti bibliografici".
- Os Origine e status della radice dei parametri
Questo parametro definisce l'area di provenienza della radice dei parametri ed il relativo status, mediante una combinazione di due codici.
Il primo definisce l'area di provenienza e può assumere i seguenti valori:
- 1=ENEL (154 record DB e 606 record CP contrassegnati con il codice 000 nel catalogo PFG)
 - 2=ENEA (70 record DB e 159 record CP contrassegnati con i codici 501, 502 e 503 nel catalogo PFG)
 - 3=ING (32 record DB e 29 record CP contrassegnati con il codice 226 nel catalogo PFG)
 - 4=AA.VV. (18 record DB e 675 record CP provenienti dal catalogo PFG e dagli altri cataloghi parametrici)
 - 5=PFG (55 record DB e 3 record CP provenienti dal catalogo PFG)
 - 6=GNDT (620 record DB)

Il secondo definisce lo status della radice e può assumere i seguenti valori:

P pubblicato (133 record DB e 1407 record CP)
U non pubblicato (701 record DB e 65 record CP)
R riservato (115 record DB)

Nmo Numero di osservazioni macrosismiche
Indica, per i soli record DB, il numero di osservazioni macrosismiche disponibili, incluse quelle non localizzate (es. osservazioni relative ad aree), oppure non espresse in termini di I (es. Felt).

Nip Numero di punti di intensità
Indica, per i soli record DB, il numero di osservazioni macrosismiche disponibili, espresse in termini di intensità macrosismica.

Ix Intensità massima osservata (x 10)
Indica l'intensità massima osservata fornita dallo studio; i valori sono espressi in scala MCS ma, come spiegato, sono equiparabili a valori MSK. Per la definizione di Ix non sono state considerate le osservazioni non localizzate o non espresse in termini di intensità macrosismica.

Io Intensità epicentrale (x 10)
Nella maggioranza dei casi si è adottato $I_o = I_x$, con le seguenti eccezioni:

$I_o > I_x$ 27 casi $I_o < I_x$ 239 casi.

Per i terremoti per i quali I_o non è disponibile, se realmente necessario può essere calcolato un valore "virtuale" di I_o utilizzando la relazione empirica:

$$I_o = 1.78 M_s - 1.93$$

ricavata invertendo i dati utilizzati per la costruzione della relazione tabellare $M_s = M_s(I_o)$.

Lat Coordinate epicentrali

Lon Nella maggioranza dei casi sono determinate come le coordinate del baricentro dei punti con intensità $I = I_x$, $I_x - 1$, ricavato senza attribuzione di pesi differenziati.

Pa Modalità di determinazione dei parametri

Questo parametro, destinato a fornire informazioni sulle modalità di determinazione dei parametri, segnala allo stato attuale solo casi in cui I_o , Lat, Lon sono stati determinati con modalità anomale:

PM Parametrizzazione multipla.

Per 5 terremoti (1456.12, Appennino meridionale; 1349.09, Appennino Centro-Meridionale; 1639.01 Sicilia Orientale; 1703.01-02, Norcia/Aquilano; 1823.03, Naso/Sicilia Occidentale) viene fornito più di un record. In questi casi si è ritenuto che la complessità dell'evento, così come suggerita dalla distribuzione dei dati di intensità, non sia esprimibile - a fini della valutazione della pericolosità sismica - mediante un solo set di parametri. Si è allora optato per l'introduzione di più "epicentri" che parametrizzano, di fatto, "porzioni" diverse del terremoto. In questi casi ciascun "sub-epicentro" è dotato di I_o , Lat e Lon; viceversa, i parametri Nmo, Nip ed Ix sono stati assegnati a uno solo degli epicentri, assunto come "principale", in quanto si è ritenuto arbitrario distribuire il contenuto informativo dei punti di intensità fra le diverse "porzioni" del terremoto.

PP Parametrizzazione preliminare.
Per 91 terremoti, in ragione della loro specificità, i parametri sono stati determinati con procedure ad hoc, diverse da quelle descritte in precedenza. Le principali tipologie sono:

- * eventi per i quali sono disponibili dati strumentali e non macrosismici (14);
- * eventi per i quali gli studi forniscono solo dati macrosismici riferiti ad aree estese (14);
- * eventi localizzabili in mare o in aree di frontiera, per i quali sono disponibili dati macrosismici parziali (12);
- * eventi con problemi specifici nella determinazione dei parametri (51).

PG Parametrizzazione a partire da dataset geologico.
Per 1 terremoto (1200, Pollino) i parametri sono stati determinati a partire da informazioni esclusivamente di tipo geologico.

Sz Zona sismogenetica cui appartiene l'evento
Individua la zona sismogenetica - secondo il modello proposto da Scandone et al. (1992), versione ZS4 (aprile 1996) - cui l'evento è stato assegnato secondo le modalità descritte dal parametro Ta. Le zone sono numerate da 1 a 80, partendo da Nord-Est. Il codice 91 individua aree di background (144 eventi). Il codice 98 individua un'area esterna alle zone sismogenetiche, nella quale non sono state completate valutazioni sismotettoniche (307 eventi).

Ta Modalità di assegnazione dell'evento alla zona sismogenetica
A ogni terremoto contenuto nel catalogo è stata assegnata una zona sismogenetica di pertinenza, secondo due criteri:

G Criterio geografico.
Il terremoto è stato assegnato alla zona sismogenetica all'interno della quale l'epicentro dell'evento ricade geometricamente (2331 eventi).

A Criterio sismotettonico.
Per alcuni eventi il terremoto è stato assegnato a una zona sismogenetica diversa da quella in cui ricade l'epicentro, sulla base di considerazioni sismotettoniche finalizzate al calcolo della pericolosità sismica (90 eventi.)

Magnitudo ($\times 10$)

Dato lo scopo principale per cui è stato compilato il catalogo, si è convenuto di fornire in prima istanza, per tutti i terremoti, valori di Ms, nel seguente ordine di preferenza: osservati, calcolati a partire da altri tipi di magnitudo, calcolati a partire da Io. Altri valori di magnitudo (ML, Mb, ecc.) verranno forniti nei primi mesi del 1997. Per tutti i terremoti dotati di Io viene comunque fornito anche il valore macrosismico della magnitudo (Mm).

Agm Agenzia che fornisce il valore originale di Ms
Individua la fonte del valore di Ms. Attualmente sono presenti:

MAA93 = Margottini et al. (1993)	(273 record)
KAR71 = Karnik (1969-71)	(134 record)
SUK75 = Sulstarova e Kociu (1975)	(6 record)

Ms Magnitudo calcolata sulle onde superficiali ($\times 10$)
Sono presenti tre categorie di Ms, che corrispondono alle modalità di determinazione individuate dal parametro Td.

Td Modalità di determinazione di Ms
Individua le modalità con cui è stata determinata Ms:

- 0 osservata:
 - MLH (assimilata a Ms) ricavata da Karnik (1969-71) o da

Sulstarova e Kociu (1975), oppure Ms, ricavata da Margottini et al. (1993), per un totale di 413 eventi. In alcuni casi viene indicato anche il numero di osservazioni (Nio) utilizzate per il calcolo;

- C calcolata:
determinata da magnitudo ML ed Mb attraverso le seguenti relazioni sperimentali (Rebez e Stucchi, 1996), valide per tutte le zone escluse la 73 (Etna), per un totale di 93 eventi:

$$\begin{array}{ll} Ms = 1.25 ML - 1.39 & Sd = 0.27 \\ Ms = 1.16 Mb - 0.89 & Sd = 0.52 \end{array}$$

- M macrosismica:
determinata a partire da Io mediante una relazione tabellare (Rebez e Stucchi, 1996) valida per tutte le zone escluse la 73 (Etna), per un totale di 1841 eventi;

- G geologica:
determinata a partire da dati di base geologici (1 evento).

Per la zona 73 (Etna) sono state utilizzate relazioni differenti. A parte le poche Ms osservate (3) si hanno due categorie:

- E macrosismica:
determinata a partire da Io con una relazione ad hoc per la zona etnea (Rebez e Stucchi, 1996), per un totale di 63 eventi;

- F calcolata:
determinata a partire da ML con una relazione ad hoc per la zona etnea (Rebez e Stucchi, 1996), per un totale di 11 eventi:

$$Ms = 1.22 ML - 1.27 \quad Sd = 0.27$$

Nio Numero di osservazioni utilizzate per la determinazione di Ms
Viene riportato il numero di osservazioni strumentali utilizzato per determinare i valori di MLH o Ms, così come dichiarato dalla fonte (Agm).

Sd Deviazione standard del valore di Ms
Questo parametro accorpa deviazioni standard ottenute dalla determinazione delle magnitudo di tipo O, C, M, E e F, con le procedure descritte in precedenza. Pur trattandosi di procedure concettualmente diverse, si è ritenuto utile fornire le deviazioni standard accorpendole in un solo parametro.

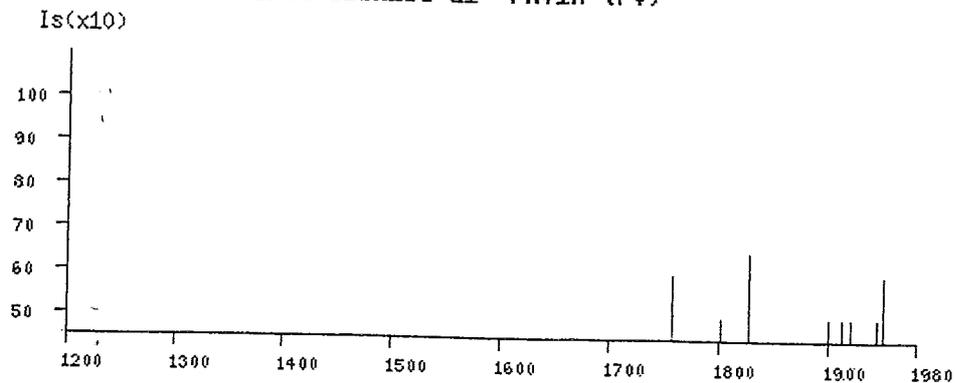
Mm Magnitudo macrosismica (x 10)
Contiene valori ottenuti a partire da Io mediante la relazione tabellare citata.

H Profondità
L'instabilità dei risultati del calcolo di H a partire da dati macrosismici è nota; pertanto questo parametro non è stato determinato in questa fase.
Per alcuni record DB viene proposto il valore di H associato nel catalogo PFG (Postpischl, 1985a) allo stesso evento (i valori -1, -2, -3, presenti in quel catalogo sono stati trasformati rispettivamente in H1, H2, H3). Tuttavia, questi valori devono essere considerati alla stregua di un semplice commento.
Per i record CP si è proceduto nello stesso modo.
Dato l'orientamento del catalogo non sono stati considerati terremoti del Basso Tirreno con H, determinata strumentalmente, superiore a 60 km.

Osservazioni sismiche (43) disponibili per
PAVIA (PV) [45.189, 9.16]

Data					Effetti	in occasione del terremoto di:	
Ye	Mo	Da	Ho	Mi	I _s (MCS)	Area epicentrale	I _x Ms
1828	10	09			65	VAL STAFFORA	80 52
1759	05	26	01	30	60	PAVIA	60 44
1951	05	15	22	54	60	LODIGIANO	60 49
1117	01	03	13		E	VERONESE	90 64
1802	05	12	09	30	50	SONCINO	80 55
1901	10	30	14	49	50	SALO'	80 55
1913	12	07	01	28	50	NOVI LIGURE	50 44
1920	09	07	05	55	50	GARFAGNANA	100 65
1945	06	29	15	37	50	VARZI	75 46
1887	02	23			45	LIGURIA OCC.	100 64
1541	10	22	18		40	VALLE SCRIVIA	80 55
1695	02	25	05	30	40	ASOLO	90 64
1810	12	25	00	45	40	NOVELLARA	70 50
1891	06	07			40	VERONESE	80 55
1892	01	05			40	GARDA OCC.	75 47
1909	01	13	00	45	40	BASSA PADANA	65 54
1914	10	27	09	22	40	GARFAGNANA	70 58
1972	10	25	21	56	40	PASSO CISA	50 47
1976	09	15	09	21	40	FRIULI	85 59
1854	12	29	01	45	35	MAR LIGURE	75 55
1976	05	06	20		35	FRIULI	95 65
1832	03	13	03	20	F	REGGIANO	75 52
1914	10	26	03	45	F	TAVERNETTE	70 49
1885	02	26	20	48	30	SCANDIANO	60 44
1898	03	04			30	CALESTANO	70 47
1960	03	23	23	08	30	SVIZZERA	55 51
1971	07	15	01	33	30	PARMENSE	80 54
1826	06	24	12	15	25	SALO'	55 42
1894	11	27			25	FRANCIACORTA	65 47
1945	12	15	05	27	25	VARZI	60 47
1875	03	17			20	RIMINI,	80 52
1907	04	25	04	52	10	BOVOLONE	60 45
1967	12	09	03	09	10	ADRIATICO MER.	50 44
1915	01	13	06	52	NF	AVEZZANO	110 70
1895	03	23			RS	COMACCHIO	65 44
1896	10	16			RS	ALBENGA	60 44
1898	01	16			RS	ARGENTA	70 50
1902	06	27	16	48	RS	CASENTINO	60 44
1904	02	25	18	47	RS	APP. REGGIANO	75 53
1905	11	26			RS	IRPINIA	75 51
1909	08	25	00	22	RS	MURLO	75 51
1911	09	13	22	29	RS	CHIANTI	75 47
1935	03	19	07	27	RS	FRANCIA	40 50

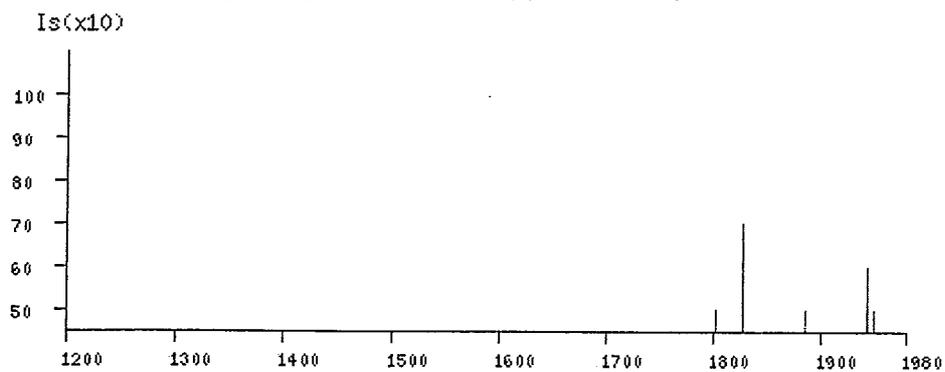
Storia sismica di PAVIA (PV)



Osservazioni sismiche (15) disponibili per
VOGHERA (PV) [44.993, 9.009]

Data					Effetti	in occasione del terremoto di:	
Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix Ms
1828	10	09			70	VAL STAFFORA	80 52
1945	06	29	15	37	60	VARZI	75 46
1802	05	12	09	30	50	SONCINO	80 55
1887	02	23			50	LIGURIA OCC.	100 64
1951	05	15	22	54	50	LODIGIANO	60 49
1913	12	07	01	28	45	NOVI LIGURE	50 44
1920	09	07	05	55	45	GARFAGNANA	100 65
1972	10	25	21	56	40	PASSO CISA	50 47
1914	10	26	03	45	35	TAVERNETTE	70 49
1811	07	15	22	44	F	SASSUOLO	70 50
1873	06	29	03	55	30	BELLUNESE	100 64
1909	01	13	00	45	30	BASSA PADANA	65 54
1971	07	15	01	33	25	PARMENSE	80 54
1894	11	27			20	FRANCIACORTA	65 47
1882	02	15	04	50	NF	APP. LIGURE	60 44

Storia sismica di VOGHERA (PV)



Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Pavia

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ALAGNA	3	18	1	45.16907	8.88918	<= 6
ALBAREDO ARNABOLDI	3	18	2	45.10765	9.24243	<= 6
ALBONESE	3	18	3	45.29186	8.70754	<= 6
ALBUZZANO	3	18	4	45.18676	9.27319	<= 6
ARENA PO	3	18	5	45.09544	9.36163	<= 6
BADIA PAVESE	3	18	6	45.12137	9.46818	<= 6
BAGNARIA	3	18	7	44.82608	9.12420	8
BARBIANELLO	3	18	8	45.07606	9.20388	<= 6
BASCAPE`	3	18	9	45.30736	9.31259	<= 6
BASTIDA DE`DOSSI	3	18	10	45.03941	8.92128	<= 6
BASTIDA PANCARANA	3	18	11	45.08468	9.08209	<= 6
BATTUDA	3	18	12	45.27407	9.07644	<= 6
BELGIOIOSO	3	18	13	45.15965	9.31282	<= 6
BEREGUARDO	3	18	14	45.25811	9.02639	<= 6
BORGARELLO	3	18	15	45.24050	9.14141	<= 6
BORGO PRIOLO	3	18	16	44.96596	9.14781	7
BORGORATTO MORMOROLO	3	18	17	44.93005	9.19309	7
BORGO SAN SIRO	3	18	18	45.23528	8.91113	<= 6
BORNASCO	3	18	19	45.26738	9.21821	<= 6
BOSNASCO	3	18	20	45.06447	9.35789	<= 6
BRALLO DI PREGOLA	3	18	21	44.73804	9.28198	7
BREME	3	18	22	45.12699	8.62432	<= 6
BRESSANA BOTTARONE	3	18	23	45.07799	9.13289	7
BRONI	3	18	24	45.06321	9.26037	<= 6
CALVIGNANO	3	18	25	44.98216	9.16921	7
CAMPOSPINOSO	3	18	26	45.09399	9.24467	<= 6
CANDIA LOMELLINA	3	18	27	45.17596	8.59446	<= 6
CANEVINO	3	18	28	44.94357	9.27469	<= 6
CANNETO PAVESE	3	18	29	45.05042	9.27983	<= 6
CARBONARA AL TICINO	3	18	30	45.16503	9.06039	<= 6
CASANOVA LONATI	3	18	31	45.09433	9.21180	<= 6
CASATISMA	3	18	32	45.04730	9.12809	7
CASEI GEROLA	3	18	33	45.00575	8.92689	<= 6
CASORATE PRIMO	3	18	34	45.31183	9.01756	<= 6
CASSOLNOVO	3	18	35	45.36539	8.80938	<= 6
CASTANA	3	18	36	45.02656	9.27063	<= 6
CASTEGGIO	3	18	37	45.01345	9.12402	7
CASTELLETTO DI BRANDUZZO	3	18	38	45.07006	9.09749	7
CASTELLO D`AGOGNA	3	18	39	45.23564	8.68904	<= 6
CASTELNOVETTO	3	18	40	45.25371	8.61127	<= 6
CAVA MANARA	3	18	41	45.14044	9.10860	<= 6
CECIMA	3	18	42	44.84986	9.08062	8
CERANOVA	3	18	43	45.25926	9.24183	<= 6
CERETTO LOMELLINA	3	18	44	45.24507	8.67103	<= 6
CERGNAGO	3	18	45	45.19762	8.77090	<= 6
CERTOSA DI PAVIA	3	18	46	45.25293	9.12988	<= 6
CERVESINA	3	18	47	45.06156	9.01601	<= 6
CHIGNOLO PO	3	18	48	45.15258	9.48781	<= 6
CIGOGNOLA	3	18	49	45.03344	9.24519	<= 6
CILAVEGNA	3	18	50	45.30896	8.74451	<= 6
CODEVILLA	3	18	51	44.96291	9.05878	7
CONFIENZA	3	18	52	45.33185	8.55552	<= 6
COPIANO	3	18	53	45.19618	9.32281	<= 6
CORANA	3	18	54	45.06093	8.96887	<= 6
CORNALE	3	18	55	45.04276	8.91107	<= 6
CORTEOLONA	3	18	56	45.15629	9.37002	<= 6
CORVINO SAN QUIRICO	3	18	57	45.01035	9.16153	7
COSTA DE`NOBILI	3	18	58	45.13209	9.37756	<= 6
COZZO	3	18	59	45.19188	8.61008	<= 6
CURA CARPIGNANO	3	18	60	45.21238	9.25465	<= 6

DORNO	3	18	61	45.15471	8.95023	<= 6
FERRERA ERBOGNONE	3	18	62	45.11414	8.86381	<= 6
FILIGHERA	3	18	63	45.17638	9.31413	<= 6
FORTUNAGO	3	18	64	44.92150	9.18502	7
FRASCAROLO	3	18	65	45.04578	8.67969	<= 6
GALLIAVOLA	3	18	66	45.09718	8.81796	<= 6
GAMBARANA	3	18	67	45.02896	8.76206	<= 6
GAMBOLO`	3	18	68	45.25849	8.85648	<= 6
GARLASCO	3	18	69	45.19604	8.92242	<= 6
GENZONE	3	18	70	45.17918	9.34633	<= 6
GERENZAGO	3	18	71	45.20584	9.35893	<= 6
GIUSSAGO	3	18	72	45.28507	9.14026	<= 6
GODIASCO	3	18	73	44.89613	9.05738	8
GOLFERENZO	3	18	74	44.96190	9.30688	<= 6
GRAVELLONA LOMELLINA	3	18	75	45.32900	8.76428	<= 6
GROPELLO CAIROLI	3	18	76	45.17659	8.99126	<= 6
INVERNO E MONTELEONE	3	18	77	45.19825	9.38209	<= 6
LANDRIANO	3	18	78	45.31114	9.25899	<= 6
LANGOSCO	3	18	79	45.21328	8.56383	<= 6
LARDIRAGO	3	18	80	45.23555	9.23149	<= 6
LINAROLO	3	18	81	45.15983	9.26879	<= 6
LIRIO	3	18	82	44.99364	9.25599	<= 6
LOMELLO	3	18	83	45.12035	8.79502	<= 6
LUNGAVILLA	3	18	84	45.04160	9.08124	7
MAGHERNO	3	18	85	45.22247	9.32726	<= 6
MARCIGNAGO	3	18	86	45.25426	9.07626	<= 6
MARZANO	3	18	87	45.24748	9.29394	<= 6
MEDE	3	18	88	45.09638	8.73571	<= 6
MENCONICO	3	18	89	44.79581	9.27972	7
MEZZANA BIGLI	3	18	90	45.05995	8.84617	<= 6
MEZZANA RABATTONE	3	18	91	45.09458	9.03040	<= 6
MEZZANINO	3	18	92	45.12543	9.20475	<= 6
MIRADOLO TERME	3	18	93	45.16958	9.44725	<= 6
MONTALTO PAVESE	3	18	94	44.97832	9.21129	7
MONTEBELLO DELLA BATTAGLIA	3	18	95	45.00079	9.10386	7
MONTECALVO VERSIGGIA	3	18	96	44.96711	9.28312	<= 6
MONTESCANO	3	18	97	45.03114	9.29538	<= 6
MONTESEGALE	3	18	98	44.90617	9.12681	7
MONTICELLI PAVESE	3	18	99	45.11059	9.51012	<= 6
MONTU` BECCARIA	3	18	100	45.03781	9.31274	<= 6
MORNICO LOSANA	3	18	101	45.01099	9.20294	<= 6
MORTARA	3	18	102	45.25179	8.73659	<= 6
NICORVO	3	18	103	45.28481	8.66584	<= 6
OLEVANO DI LOMELLINA	3	18	104	45.21320	8.71506	<= 6
OLIVA GESSI	3	18	105	45.00302	9.17875	7
OTTOBIANO	3	18	106	45.15273	8.82963	<= 6
PALESTRO	3	18	107	45.30121	8.53167	<= 6
PANCARANA	3	18	108	45.07491	9.05071	<= 6
PARONA	3	18	109	45.28250	8.74817	<= 6
PAVIA	3	18	110	45.18929	9.16005	7
PIETRA DE`GIORGI	3	18	111	45.02007	9.22944	<= 6
PIEVE ALBIGNOLA	3	18	112	45.11191	8.95922	<= 6
PIEVE DEL CAIRO	3	18	113	45.04832	8.80328	<= 6
PIEVE PORTO MORONE	3	18	114	45.11069	9.43573	<= 6
PINAROLO PO	3	18	115	45.06983	9.16784	7
PIZZALE	3	18	116	45.03531	9.04710	7
PONTE NIZZA	3	18	117	44.84999	9.09819	8
PORTALBERA	3	18	118	45.10076	9.31947	<= 6
REA	3	18	119	45.11589	9.15376	<= 6
REDAVALLE	3	18	120	45.03605	9.20266	<= 6
RETORBIDO	3	18	121	44.94818	9.03785	7
RIVANAZZANO	3	18	122	44.92950	9.01678	7
ROBBIO	3	18	123	45.29002	8.59213	<= 6
ROBECCO PAVESE	3	18	124	45.04625	9.14850	7
ROCCA DE`GIORGI	3	18	125	44.97159	9.25283	7
ROCCA SUSELLA	3	18	126	44.91693	9.10347	8

ROGNANO	3	18	127	45.28858	9.08851	<= 6
ROMAGNESE	3	18	128	44.83751	9.32654	7
RONCARO	3	18	129	45.22744	9.27519	<= 6
ROSASCO	3	18	130	45.25000	8.57967	<= 6
ROVESCALA	3	18	131	45.01114	9.34713	<= 6
RUINO	3	18	132	44.92714	9.27532	7
SAN CIPRIANO PO	3	18	133	45.10751	9.28208	<= 6
SAN DAMIANO AL COLLE	3	18	134	45.02510	9.34634	<= 6
SAN GENESIO ED UNITI	3	18	135	45.23441	9.17805	<= 6
SAN GIORGIO DI LOMELLINA	3	18	136	45.17446	8.79035	<= 6
SAN MARTINO SICCOMARIO	3	18	137	45.16086	9.13577	<= 6
SANNAZZARO DE`BURGONDI	3	18	138	45.10302	8.90784	<= 6
SANTA CRISTINA E BISSONE	3	18	139	45.15713	9.39776	<= 6
SANTA GIULETTA	3	18	140	45.03297	9.18120	<= 6
SANT`ALESSIO CON VIALONE	3	18	141	45.22196	9.22376	<= 6
SANTA MARGHERITA DI STAFFORA	3	18	142	44.77085	9.24085	7
SANTA MARIA DELLA VERSA	3	18	143	44.98699	9.30119	<= 6
SANT`ANGELO LOMELLINA	3	18	144	45.24569	8.64029	<= 6
SAN ZENONE AL PO	3	18	145	45.10866	9.36101	<= 6
SARTIRANA LOMELLINA	3	18	146	45.11327	8.66787	<= 6
SCALDASOLE	3	18	147	45.12530	8.90861	<= 6
SEMIANA	3	18	148	45.13713	8.72918	<= 6
SILVANO PIETRA	3	18	149	45.04038	8.94727	<= 6
SIZIANO	3	18	150	45.31648	9.20164	<= 6
SOMMO	3	18	151	45.13149	9.08427	<= 6
SPESSA	3	18	152	45.11301	9.34683	<= 6
STRADELLA	3	18	153	45.07690	9.29845	<= 6
SUARDI	3	18	154	45.03303	8.74058	<= 6
TORRAZZA COSTE	3	18	155	44.97694	9.08283	7
TORRE BERETTI E CASTELLARO	3	18	156	45.05935	8.66903	<= 6
TORRE D`ARESE	3	18	157	45.24247	9.31667	<= 6
TORRE DE`NEGRI	3	18	158	45.15072	9.33472	<= 6
TORRE D`ISOLA	3	18	159	45.21721	9.07478	<= 6
TORREVECCHIA PIA	3	18	160	45.28301	9.29503	<= 6
TORRICELLA VERZATE	3	18	161	45.01866	9.17533	7
TRAVACO` SICCOMARIO	3	18	162	45.15257	9.15974	<= 6
TRIVOLZIO	3	18	163	45.26060	9.04396	<= 6
TROMELLO	3	18	164	45.20986	8.86941	<= 6
TROVO	3	18	165	45.28242	9.03431	<= 6
VAL DI NIZZA	3	18	166	44.87947	9.16906	8
VALEGGIO	3	18	167	45.15054	8.86124	<= 6
VALLE LOMELLINA	3	18	168	45.15175	8.66709	<= 6
VALLE SALIMBENE	3	18	169	45.17139	9.23356	<= 6
VALVERDE	3	18	170	44.86698	9.23394	7
VARZI	3	18	171	44.82279	9.19693	8
VELEZZO LOMELLINA	3	18	172	45.16245	8.73577	<= 6
VELLEZZO BELLINI	3	18	173	45.27004	9.09858	<= 6
VERRETTO	3	18	174	45.03983	9.10918	7
VERRUA PO	3	18	175	45.11114	9.17385	<= 6
VIDIGULFO	3	18	176	45.29016	9.23383	<= 6
VIGEVANO	3	18	177	45.31661	8.85628	<= 6
VILLA BISCOSSI	3	18	178	45.08950	8.78640	<= 6
VILLANOVA D`ARDENGGHI	3	18	179	45.17163	9.03823	<= 6
VILLANTERIO	3	18	180	45.21809	9.36181	<= 6
VISTARINO	3	18	181	45.20893	9.30714	<= 6
VOGHERA	3	18	182	44.99262	9.00964	7
VOLPARA	3	18	183	44.95278	9.29736	<= 6
ZAVATTARELLO	3	18	184	44.86778	9.26780	7
ZECCONE	3	18	185	45.25989	9.19982	<= 6
ZEME	3	18	186	45.19698	8.66663	<= 6
ZENEVREDO	3	18	187	45.05319	9.32510	<= 6
ZERBO	3	18	188	45.11061	9.39393	<= 6
ZERBOLO`	3	18	189	45.20718	9.01403	<= 6
ZINASCO	3	18	190	45.12722	9.02825	<= 6

3.5 – Classificazione sismica del territorio comunale e aspetti normativi

Il Comune di Pancarana, sulla base del D.M. del 5 marzo 1984 (“*Dichiarazione di sismicità di alcune zone della Regione Lombardia*”), riguardante l’aggiornamento delle zone sismiche della Regione Lombardia, non rientrava tra i Comuni lombardi classificati come sismici e quindi assoggettati (ai sensi della L. n° 64/74) alla specifica normativa nazionale emanata in merito alle norme tecniche relative alle costruzioni sismiche (D.M. 19 giugno 1984, D.M. 29 gennaio 1985, D.M. 29 Gennaio 1985, D.M. 26 Gennaio 1986 e D.M. 16 Gennaio 1996).

Di recente è stata effettuata una riclassificazione sismica dell’intero territorio italiano, a seguito degli eventi tellurici anche di una certa gravità che si sono abbattuti sul nostro paese in zone non classificate come sismiche (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, pubblicato sulla G.U. n. 105, S.o.n. 72 del 08/05/2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”).

Con D.P.C.M. 21 ottobre 2003 sono poi state approvate le disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4, dell’ordinanza citata.

L’Ordinanza n. 3274/2003 è entrata in vigore, per gli aspetti riguardanti la classificazione sismica, dal 25 ottobre 2005, data coincidente con la pubblicazione del D.M. 14 settembre 2005 “*Norme tecniche per le costruzioni*”.

In particolare, il Comune di Pancarana, secondo le disposizioni della nuova classificazione, ricade in zona sismica 4, ovvero in quella a minor grado di sismicità (zona definita a «sismicità bassa») per cui l’assoggettamento o meno a norme antisismiche è demandato alla regione di appartenenza (in questo caso la Regione Lombardia), che a tal proposito ha emesso la d.g.r. 7 novembre 2003, n. 7/14964, con la quale ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla Ordinanza 3274/2003 (v. fig. 20).

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 è in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 «*Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni*», pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, che sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005.

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, è regolata dal citato D.M. 14 gennaio 2008.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza n. 3274/2003) prevedeva che tutto il territorio nazionale fosse classificato come sismico, con diversi gradi di pericolosità sismica che, ai sensi del D.M. 14 settembre 2005 era indicata dal parametro a_g , accelerazione orizzontale massima convenzionale (riferita a suolo rigido e piatto), espressa in frazione dell’accelerazione di gravità g , per tempi di ritorno di 475 anni. Ciò significa che esiste il 10% di probabilità che in 50 anni si verifichi un terremoto in grado di scuotere il suolo con accelerazione a_g . In classe 1, quella più pericolosa (alta sismicità) rientrano i comuni con a_g maggiore di 0,25g; in classe 2 (sismicità medio-alta) rientrano i comuni con a_g compresa tra 0,15g e 0,25g; in classe 3 (sismicità medio-bassa) rientrano i comuni con a_g compresa tra 0,05g e 0,15g; in classe 4 (minima sismicità) rientrano i comuni con a_g inferiore a 0,05g (v. fig. 21).

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, che sono entrate in vigore dal 1° luglio 2009, viceversa prevedono che l'azione sismica di riferimento sia definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate; le zone sismiche (ai sensi dell'o.p.c.m. 3274/03) hanno quindi significato solo da un punto di vista amministrativo, in quanto individuano unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria, previsti dalla d.g.r. 8/7374/08 (v. paragrafo seguente).

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle N.T.C. di cui al D.M. 14 gennaio 2008, sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- A_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le N.T.C. di cui al D.M. 14 gennaio 2008 forniscono, nell'Allegato B, le tabelle con i valori dei tre parametri per 10751 nodi di un reticolo di riferimento, riferiti a 9 valori del periodo di ritorno T_R (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel paragrafo 7.11.3 delle N.T.C. di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle seguenti categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II delle N.T.C.):

- A *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- C *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- D *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).*

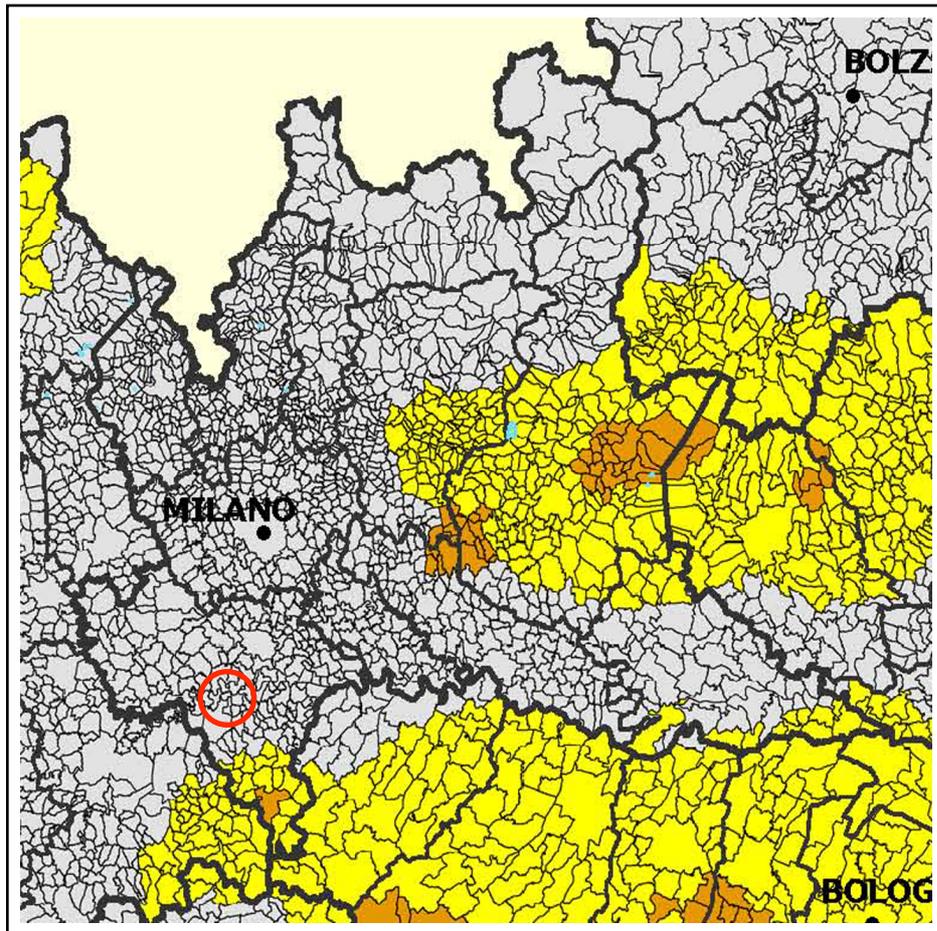
Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV delle N.T.C.):

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

In funzione delle categorie di sottosuolo e delle condizioni topografiche, le N.T.C. al paragrafo 3.2.3 definiscono specifici coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica da considerare nella definizione dell'azione sismica di progetto.

Fig. 20 - CLASSIFICAZIONE SISMICA 2004 Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n.3274

Tratto da: Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Sismico Nazionale



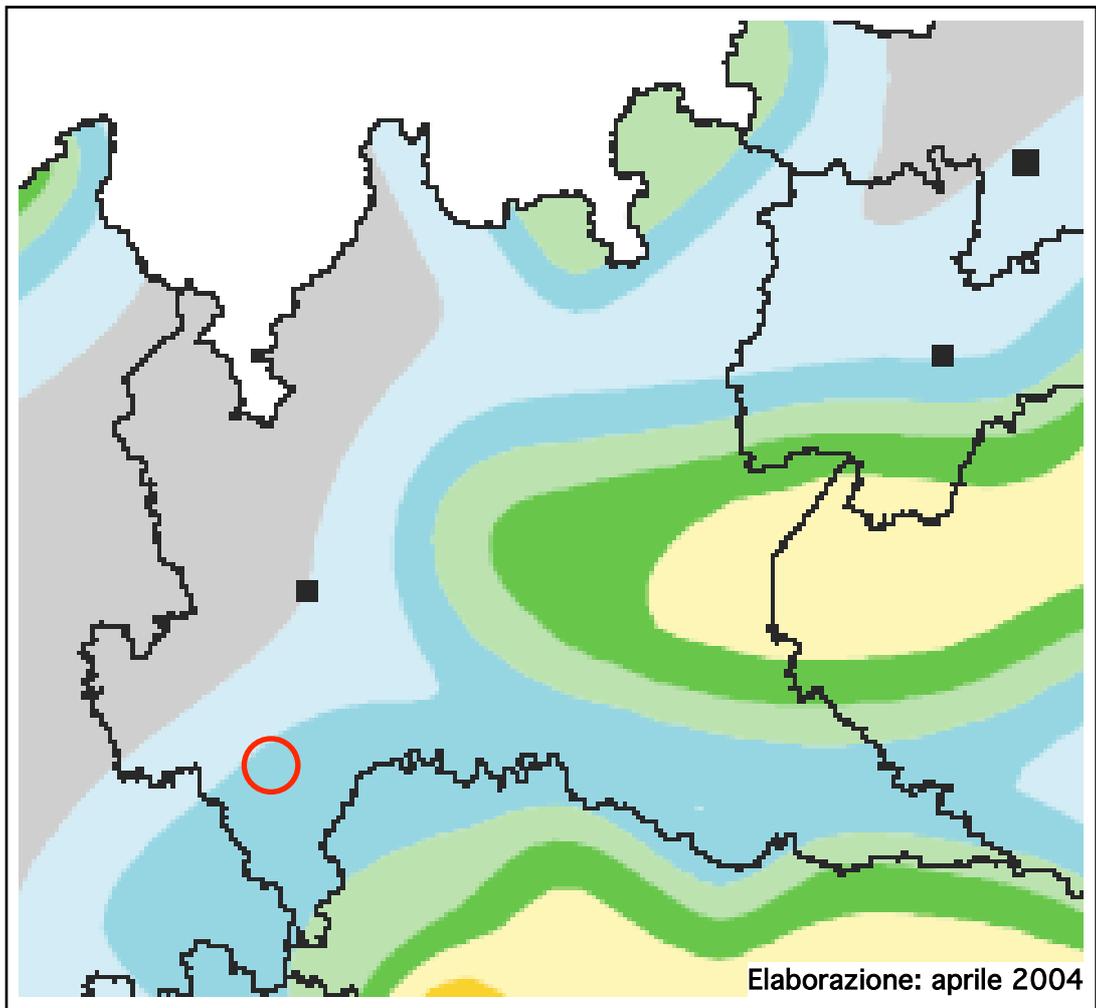
 Ubicazione dell'area di interesse

**Zone sismiche
(livello di pericolosità)**

-  zona 1 (alto)
-  zona 2 (medio)
-  zona 3 (basso)
-  zona 4 (minimo)

Fig. 21 - MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.06.2005).

Tratto da: Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.



 Ubicazione dell'area di interesse

	< 0.025 g		0.150 - 0.175
	0.025 - 0.050		0.175 - 0.200
	0.050 - 0.075		0.200 - 0.225
	0.075 - 0.100		0.225 - 0.250
	0.100 - 0.125		0.250 - 0.275
	0.125 - 0.150		0.275 - 0.300

3.6 –Rischio sismico e pericolosità sismica locale

Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica, ed orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di pubblico interesse verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

La pericolosità sismica di un'area dipende dalle caratteristiche sismiche e dalle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Le caratteristiche sismiche di un'area sono definite dalle sorgenti sismogenetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti. Questi aspetti sono comunemente indicati come “pericolosità sismica di base” e sono quelli considerati per la classificazione sismica. Da queste caratteristiche deriva il moto di input atteso, per il calcolo del quale non vengono considerate le caratteristiche locali e il territorio è trattato come se fosse uniforme ed omogeneo cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido in cui la velocità di propagazione delle onde S (V_s) è maggiore di 800 m/s (suolo A dell'Eurocodice 8 - parte 1, EN 1998-1, 2003, dell'OPCM 3274/2003 e del D.M. 14/01/2008).

Il moto sismico può essere però modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali. Alcuni depositi e forme del paesaggio possono amplificare il moto sismico in superficie e favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione. Queste modificazioni dovute alle caratteristiche locali sono comunemente definite “effetti locali”.

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno è perciò uno dei più efficaci strumenti di definizione e rappresentazione della pericolosità sismica e quindi di prevenzione e riduzione del rischio sismico, poiché fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggiore pericolosità sismica e agevola la scelta delle aree urbanizzabili con minor rischio e la definizione degli interventi ammissibili.

La Regione Lombardia con la d.g.r. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 ripresa e integrata dalla successiva d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008, ha definito la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 «Norme tecniche per le costruzioni», dalla d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003 e dal d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003.

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

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale definiti nell'Allegato 5 della d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008.

Si ricorda a questo proposito, che, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica

territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato D.M.; la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'o.p.c.m. 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento.

I livelli di approfondimento sono di seguito di richiamati:

- 1° livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 della d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a Pericolosità Sismica Locale – PSL).
- 2° livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
 - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
 - anziché lo spettro della categoria di suolo D si utilizzerà quello della categoria di suolo E.

Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5 della d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 (come il Comune di Pancarana) tale livello deve essere applicato, negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

- 3° livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale, il cui utilizzo è dettagliato nell'Allegato 5 della d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:
 - quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5 della d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008);

- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici, mentre in zona sismica 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Pertanto, in ottemperanza ai criteri regionali e alla metodologia d'analisi indicata, si è provveduto ad analizzare le problematiche inerenti la pericolosità sismica locale (v. quanto esposto in precedenza) ed a predisporre la TAV. 4 "Carta della Pericolosità Sismica Locale".

Tale elaborato è derivato dalle informazioni geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche di base che hanno portato alla predisposizione della cartografia della fase di analisi dello studio (TAVV. 1÷3).

Data la sua collocazione all'interno della Pianura Padana, l'intero territorio comunale deve essere ricompreso nella situazione corrispondente allo scenario **Z4a** "Zona di fondovalle e di pianura, con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi", in grado di determinare gli effetti sismici locali per amplificazioni litologiche.

Si ricorda che l'analisi di secondo livello deve essere applicata, per lo scenario Z4, nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, non previsti dalla pianificazione urbanistica.

Inoltre, vista la generale ridotta soggiacenza della falda (v. TAV. 2 e successivo cap. 4), l'intera area indagata andrebbe anche inclusa nello scenario **Z2** "Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) - Zone con depositi granulari fini saturi", visto il rischio di manifestazione di fenomeni di liquefazione del substrato sabbioso in occasione di eventi sismici.

Per quanto concerne lo scenario Z2, la normativa prevede il passaggio diretto al 3° livello di approfondimento, da effettuarsi in fase progettuale.

L'analisi prevede la valutazione quantitativa delle aree soggette a fenomeni di cedimento e di liquefazione.

Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

Occorre tuttavia rilevare che ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2. delle N.T.C., la verifica alla liquefazione può essere omessa in caso di eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.

A tal proposito si è ritenuto opportuno effettuare il calcolo del terremoto di progetto atteso per la località di Pancarana, per stimare la massima intensità sismica prevedibile nel sito in corrispondenza di un determinato tempo di ritorno.

La valutazione del terremoto di progetto, cioè dell'evento sismico di riferimento rispetto al quale effettuare il dimensionamento dei futuri interventi edificativi, è stata condotta mediante un approccio storico-statistico (Gumbel).

Sono stati considerati i terremoti che ricadono nella zona sismogenetica di competenza (v. tabulato riportato in coda al paragrafo 3.4), quella cioè all'interno della quale ricade il sito in esame. Calcolata la distanza di ogni singolo epicentro dal sito, è stato stimato il moto sismico nel sito per ognuno degli eventi applicando due differenti leggi di attenuazione sismica (Pugliese e Sabetta, per siti con copertura profonda, e Kawashima, per depositi soffici-sciolti). Come tempo di ritorno è stato scelto a titolo cautelativo il valore di 975 anni.

Come si desume dai tabulati allegati nelle pagine seguenti, la magnitudine del sisma di riferimento con TR 975 anni è pari a circa 3,99 applicando la legge di attenuazione di Pugliese e Sabetta e pari a circa 4,59 applicando la legge di attenuazione di Kawashima.

In funzione di tali risultati si può concludere che per il sito di Pancarana potrà essere omessa la verifica alla liquefazione poiché gli eventi sismici attesi risultano di magnitudine M inferiore a 5 e, per tale motivo, nella TAV. 4 "Carta della Pericolosità Sismica Locale" non è riportato individuato lo scenario Z2.



S.G.P.

S.G.P. s.r.l.

SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.
Via Bona di Savoia 10 - 27100 Pavia

via Bona di Savoia 10-Pavia-

Tel. 0382-466111 / 463385 / 571865 (fax) - e-mail: ssgp@iol.it

Committente: Amm. Com. di Pancarana

Località: PANCARANA - PV

Descrizione: PGT

Note:

Sigla:

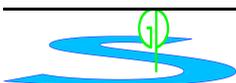
Stima del sisma di progetto con metodi statistici (Gumbel)

Anno	Magnitudo	Distanza epicentro (km)	Località epicentro	Probabilità supera mento	Tempo supera mento(anni)	Accele razione sismica (g)
1976	4	66,8	MAGGIORASCA	0,07143	1,08	0,006
1303	4	50,6	PIACENZA	0,14286	1,17	0,008
1965	4	50,1	CAPRIATA	0,21429	1,27	0,008
1910	4	49,8	PONTE DELL'OLIO	0,28571	1,4	0,0081
1882	4,3	47,4	APPENNINO LIGURE	0,35714	1,56	0,0109
1913	4,14	39,8	NOVI LIGURE	0,42857	1,75	0,0113
1680	4,8	47,4	GAVI	0,5	2	0,0166
1759	4,3	30,3	PAVIA	0,57143	2,33	0,0169
1945	4,23	27,7	VARZI	0,64286	2,8	0,0174
1276	4,71	39,3	Italia settent.	0,71429	3,5	0,0185
1945	4,78	28	Valle dello Staffora	0,78571	4,67	0,0273
1541	5,27	36,7	VALLE SCRIVIA	0,85714	7	0,0316
1828	5,55	28,4	Valle dello Staffora	0,92857	14	0,0513

Legge di attenuazione: Pugliese e Sabetta - siti con copertura profonda o su roccia

Latitudine del sito(°): 45,07491 *Longitudine del sito(°):* 9,05071

Tempo di ritorno (anni): 975 *Magnitudo del sisma di riferimento:* 3,99



S.G.P.

S.G.P. s.r.l.

SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.
Via Bona di Savoia 10 - 27100 Pavia

via Bona di Savoia 10-Pavia-

Tel. 0382-466111 / 463385 / 571865 (fax) - e-mail: ssgp@iol.it

Committente: Amm. Com. di Pancarana
Località: PANCARANA - PV
Descrizione: PGT
Note:
Sigla:

Stima del sisma di progetto con metodi statistici (Gumbel)

Anno	Magnitudo	Distanza epicentro (km)	Località epicentro	Probabilità supera mento	Tempo supera mento(anni)	Accele razione sismica (g)
1976	4	66,8	MAGGIORASCA	0,07143	1,08	0,018
1303	4	50,6	PIACENZA	0,14286	1,17	0,0225
1965	4	50,1	CAPRIATA	0,21429	1,27	0,0226
1910	4	49,8	PONTE DELL'OLIO	0,28571	1,4	0,0227
1882	4,3	47,4	APPENNINO LIGURE	0,35714	1,56	0,0284
1913	4,14	39,8	NOVI LIGURE	0,42857	1,75	0,0292
1759	4,3	30,3	PAVIA	0,5	2	0,0384
1680	4,8	47,4	GAVI	0,57143	2,33	0,0385
1945	4,23	27,7	VARZI	0,64286	2,8	0,0389
1276	4,71	39,3	Italia settent.	0,71429	3,5	0,0417
1945	4,78	28	Valle dello Staffora	0,78571	4,67	0,054
1541	5,27	36,7	VALLE SCRIVIA	0,85714	7	0,0614
1828	5,55	28,4	Valle dello Staffora	0,92857	14	0,0857

Legge di attenuazione: Kawashima - depositi soffici/sciolti

Latitudine del sito(°): 45,07491 *Longitudine del sito(°):* 9,05071

Tempo di ritorno (anni): 975 *Magnitudo del sisma di riferimento:* 4,59

3.7 - Caratteristiche geotecniche dei terreni

Questo paragrafo descrive sinteticamente le caratteristiche geotecniche del territorio comunale di Pancarana, che risultano nel complesso abbastanza omogenee.

Come illustrato in precedenza (v. par. 3.1), il territorio comunale, prevalentemente posto in corrispondenza delle alluvioni che costituiscono la superficie principale della pianura a sud del Po che si estende dal piano della valle attuale del Fiume Po fino ai piedi dei terrazzi appenninici, è impostato in depositi alluvionali sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi (con prevalente ghiaietto) con intercalazioni limose o talora argillose, a volte torbose, frequenti soprattutto negli orizzonti sommitali delle successioni alluvionali, spesso caratterizzati da coperture limoso-sabbiose poco distinguibili dai depositi sottostanti. I citati livelli a granulometria fine o a significativa componente fine sono spesso contraddistinti da scarse caratteristiche geotecniche.

Per approfondire la conoscenza delle condizioni litostratigrafiche e fisico-meccaniche, si è fatto riferimento alle indagini eseguite in precedenza (Allegato 2), la cui ubicazione è riportata in TAV. 1, nonché alle stratigrafie dei pozzi idrici comunali e privati (Allegato 2).

La successione stratigrafica riscontrata sia nei pozzi sia con le indagini geognostiche (trincee e prove penetrometriche) risulta caratterizzata da depositi prevalentemente pseudocoerenti fino alla profondità media di 3÷3,5 m, a cui seguono generalmente depositi sabbiosi misti a ghiaia.

Ovviamente le successioni litostratigrafiche possono essere soggette a variazioni locali, che riflettono la complessità della dinamica deposizionale dell'ambiente fluviale; tali variazioni litologiche si associano, peraltro, a quelle dell'assetto idrogeologico (diversa soggiacenza, eventuale carattere di artesianità della falda, ecc.) che comunque, nel contesto esaminato, sembrerebbero di entità poco rilevante.

In ogni caso, in fase di progettazione esecutiva di singoli interventi - come del resto previsto dalle vigenti normative - dovranno essere di volta in volta verificate la natura e le caratteristiche geotecniche del substrato per scegliere la tipologia fondazionale più adatta, dimensionare accuratamente le fondazioni e determinare i corretti carichi di esercizio.

La valutazione delle caratteristiche geomeccaniche (necessariamente di carattere generale) dei depositi presenti nell'area in studio è stata sviluppata facendo riferimento ad indagini geotecniche pregresse svolte entro i limiti del comune.

Ai depositi eminentemente sabbiosi è possibile attribuire, da un punto di vista geomeccanico, un discreto grado di addensamento, cui si associa un angolo di resistenza al taglio di picco (φ) attorno ai 25°÷35°.

Gli orizzonti coesivi, contrariamente, sono in genere caratterizzati da consistenza non elevata, cosa che comporta un generale scadimento delle caratteristiche geotecniche.

Se a ciò si associa il fatto che nell'ambito del territorio di Pancarana è possibile riscontrare, all'interno dei primi 3-4 m falde sospese, la conseguente locale l'impregnazione idrica degli orizzonti coesivi comporta un ulteriore deterioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Cautelativamente è possibile attribuire ai depositi coesivi valori di coesione C_u dell'ordine di $0,4 \div 0,7 \text{ kg/cm}^2$.

4 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO, IDROLOGIA SUPERFICIALE E RISCHIO IDRAULICO

Il presente paragrafo commenta brevemente la TAVV. 2 e 3 che fornisce la caratterizzazione idrogeologica del territorio comunale di Pancarana riportando rispettivamente tutti gli elementi di interesse idrogeologico ed idrografico che sono stati rilevati durante le fasi di indagine condotte.

È stata effettuata una campagna di misurazione anche in occasione della redazione del PRG (2004); tuttavia, nonostante i pozzi segnalati fossero numerosi, per vari motivi (pozzo inesistente, chiuso, impossibile da misurare ecc.) e i dati freaticometrici raccolti fossero piuttosto scarsi, il loro confronto con i dati pregressi è quantomeno servito per avere una conferma del quadro generale già conosciuto.

Nelle pagine seguenti sono state inserite una planimetria e alcune tabelle relative ai dati rilevati nel corso delle varie campagne di misurazione; esse riportano, oltre ai dati freaticometrici, altre informazioni relative ai vari pozzi (in totale ne sono stati censiti 34, la maggior parte dei quali ubicati nel territorio comunale di Pancarana, e alcuni nelle immediate vicinanze, nei comuni di Pizzale e di Cervesina).

Sono state riportate le isofreatiche relative agli anni 1977 (estratte da "Indagine idrogeologica sulle risorse idriche sotterranee per la scelta delle possibilità di potenziamento dell'acquedotto comunale" - Comune di Lungavilla; a cura del Dott. Geol. A. Ghezzi), 1985 (estratte da "Studio geologico e idrogeologico" dal "Progetto di discarica controllata per rifiuti inerti nel Comune di Castelletto di Branduzzo - PV"; a cura di SGP.) e 1989 (estratte da "Studio geologico di fattibilità per una discarica di I cat. - Cascina Borrone - Comune di Voghera; a cura del Dott. Geol. A. Maccabruni); con la precisazione che si tratta di curve anche desunte da elaborazioni effettuate su Tavole IGM 1 : 25.000 per cui possono essere presenti imprecisioni. Si è comunque ritenuto importante riportare i dati a disposizione, se non altro per avere un termine di raffronto qualitativo.

Nella carta sono stati, infine, messi in evidenza i più significativi elementi del reticolo idrografico locale. L'asse drenante principale è rappresentato dal Fiume Po che scorre a settentrione del capoluogo; confluiscono in esso in T. Luria, che scorre a E in corrispondenza del confine con il comune di Bastida Pancarana, e il T. Staffora, il cui letto è ubicato a W, al di fuori del territorio comunale.

Un altro elemento idrografico minore è rappresentato dal Rio Fossadone; gli altri canali colatori rivestono importanza decisamente limitata attivandosi solo in occasione di copiose precipitazioni.

Il fiume Po scorre con andamento circa W-E, compiendo peraltro alcune significative anse meandriche che isolano un lembo di territorio comunale sulla sponda sinistra.

All'interno del territorio comunale sono presenti alcune piccole lanche originate dalle divagazioni del Po; inoltre in passato il torrente Staffora seguiva un percorso diverso, all'altezza di Cervesina piegava in direzione N-E sfociando nel Po in comune di Pancarana.

A testimonianza di quell'antico percorso è rimasto un colatore che segue grossomodo l'andamento dell'argine.

Nelle immediate adiacenze dell'estremità settentrionale del lembo di territorio comunale isolato sulla sponda sinistra del Po si trova a scorrere il torrente Terdoppio, che prima di sfociare nel Po stesso compie strette anse, ricalcandone antichi percorsi.

Le caratteristiche idrogeologiche della zona esaminata riflettono ovviamente l'assetto geologico e litostratigrafico descritto nel capitolo precedente.

Idrogeologicamente, una successione litologica di questo genere porta, come noto, alla costituzione di una falda idrica nei sedimenti più grossolani sigillata dagli orizzonti impermeabili argilloso-limosi sovrastanti, e, conseguentemente, alla formazione di una falda in pressione.

Locali eteropie tra sedimenti argillosi e sedimenti sabbioso-ghiaiosi all'interno dello strato più superficiale creano le premesse per la genesi di locali falde sospese, la cui potenzialità idrica, comunque limitata, è direttamente collegata all'estensione areale delle lenti di materiale poroso-permeabile che fungono da serbatoio.

Da notare che la presenza di falde sospese indica una potenziale vulnerabilità dal punto di vista idrogeologico.

Nel territorio comunale sono state distinte tre unità litologiche caratterizzate da diverso comportamento idrogeologico:

- L'unità 1, posta a profondità maggiore, costituita da sabbie e ghiaie, funge da serbatoio della falda principale (in pressione). Da tale falda attingono i pozzi comunali e quasi tutti quelli privati di costruzione abbastanza recente;
- L'unità 2, posta ad un livello intermedio, costituita da argille limose grigie estremamente plastiche nella parte superiore e via via più ricche di frazione limoso-sabbiosa verso il basso; si tratta di un orizzonte litologico relativamente continuo e a permeabilità estremamente bassa ($k < 10^{-8}$), che sigilla l'acquifero sottostante;
- L'unità 3, la più superficiale e costituita da argille, argille limose grigie o nocciola, presentante intercalazioni lenticolari discontinue di sabbie e ghiaie. Tali intercalazioni sono in grado di ospitare falde idriche (falde sospese), talvolta a carattere stagionale, isolate, per interposizione dell'unità 2, dalla sottostante falda principale a carattere artesiano. Da queste falde idriche superficiali attingono la quasi totalità dei pozzi di vecchia fattura che, spingendosi fino a profondità comprese tra gli 8 e i 10 m, non riescono mai a superare completamente l'unità 2 ed a sfruttare la falda sottostante.

Dall'analisi dell'andamento della superficie piezometrica ricostruita è possibile osservare un senso di flusso principale della falda diretto verso i quadranti settentrionali, il quale risente in modo marcato dell'azione drenante del fiume Po.

Ininfluyente sembrerebbe invece risultare l'azione svolta dai corsi d'acqua presenti, si voglia per il loro scarso significato (solo eccezionalmente e in rari periodi dell'anno sono interessati in maniera costante da flussi idrici), per la loro locale pensilità e per il fatto di scorrere in

molti tratti su materiali praticamente impermeabili o a scarsa permeabilità (limi e limi argillosi).

Per ciò che concerne la profondità della falda dal piano campagna, si fa presente che questo valore dipende ovviamente dall'andamento topografico del piano campagna stesso; tuttavia si può affermare che la soggiacenza si attesti attualmente ad una profondità variabile dai 3,5 ai 6 m.

Risulta peraltro difficile stabilire se i livelli misurati nei vecchi pozzi a camicia, in disuso ormai pluridecennale, corrispondano effettivamente alla superficie di falda oppure se la quota misurata sia invece da riferirsi ad un orizzonte casuale, in quanto all'interno del pozzo si sono raccolte acque meteoriche stagnanti perché il fondo è stato praticamente interrato nel tempo da particellato fine. Più semplice e sicuro è, ovviamente invece il dato desunto da pozzi tuttora emunti, sia pur saltuariamente.

Nelle pagine seguenti sono stati inseriti alcuni stralci della pubblicazione "Idrogeomorfologia e insediamenti a rischio ambientale- Il caso della pianura dell'Oltrepò Pavese e del relativo margine collinare" riguardanti la copertura del primo acquifero e la soggiacenza della prima falda, e alcuni tratti dalla pubblicazione "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" in cui sono indicati la profondità del limite basale e lo spessore cumulativo dei depositi porosi permeabili dei Gruppi Acquiferi A, B e C. Inoltre, si è provveduto ad allegare anche tabulati e stratigrafie relative ai pozzi.

In TAV 2 sono evidenze le zone a rischio di esondazione e potenziale allagamento per quanto concerne il fiume Po attraverso le fasce A, B e C individuate dal PAI.

A tale proposito, si sottolinea che a seguito di violenti ed eccezionali fenomeni meteorologici, che non necessariamente comportano fenomeni di esondazione da parte del corpo fluviale principale (F. Po), si possono verificare forti ingrossamenti del T. Staffora.

Questo corso d'acqua, con alveo estremamente compresso e con numerosi ostacoli presenti al suo interno nei confronti del libero fluire delle acque, può dare luogo a fenomeni di esondazione.

Questi si verificano decisamente a sud-ovest rispetto al territorio comunale di Pancarana, in località Oriolo (comune di Voghera).

Si assiste alla fuoriuscita di acque sia dalla sponda sinistra (con interessamento del locale cimitero) che in sponda destra; in quest'ultimo caso le acque percorrono un ampio tratto di campagna per poi giungere all'abitato di Pancarana ove non sono presenti colatori e/o fossi in grado di intercettarle e smaltirle, creando locali allagamenti.

Si assiste pertanto all'accumularsi di acque nei punti più depressi dell'abitato, che successivamente devono essere pompate nel fiume Po mediante idrovore.

Una razionale ristrutturazione, molto semplice, del reticolo di scoli campestri sarebbe più che in grado di evitare questi fastidiosi inconvenienti.

Il grado di vulnerabilità idrogeologica varia in funzione della profondità del livello di e dalla presenza o meno di coperture più o meno spesse di materiali a ridotto grado di permeabilità.

Il grado di protezione della prima falda risulta scarso o nulla nella porzione compresa entro gli argini del Po dove la falda è notevolmente prossima al piano campagna, soprattutto in corrispondenza delle zone depresse quali le aree cavate.

La vulnerabilità idrogeologica diventa ovviamente, in genere, più moderata con l'aumentare della profondità della falda e, soprattutto, laddove si riscontra una coltre di copertura limoso-argillosa impermeabile.

Fig. 22: Fondazione Lombardia per l'Ambiente - Università di Pavia, 1998. *Idrogeomorfologia e insediamenti a rischi ambientale - Il caso della pianura e dell'Oltrepò Pavese e del relativo margine collinare.*

A cura di Giuseppe Marchetti, Franco Cavanna e Pier Luigi Vercesi.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PAVIA



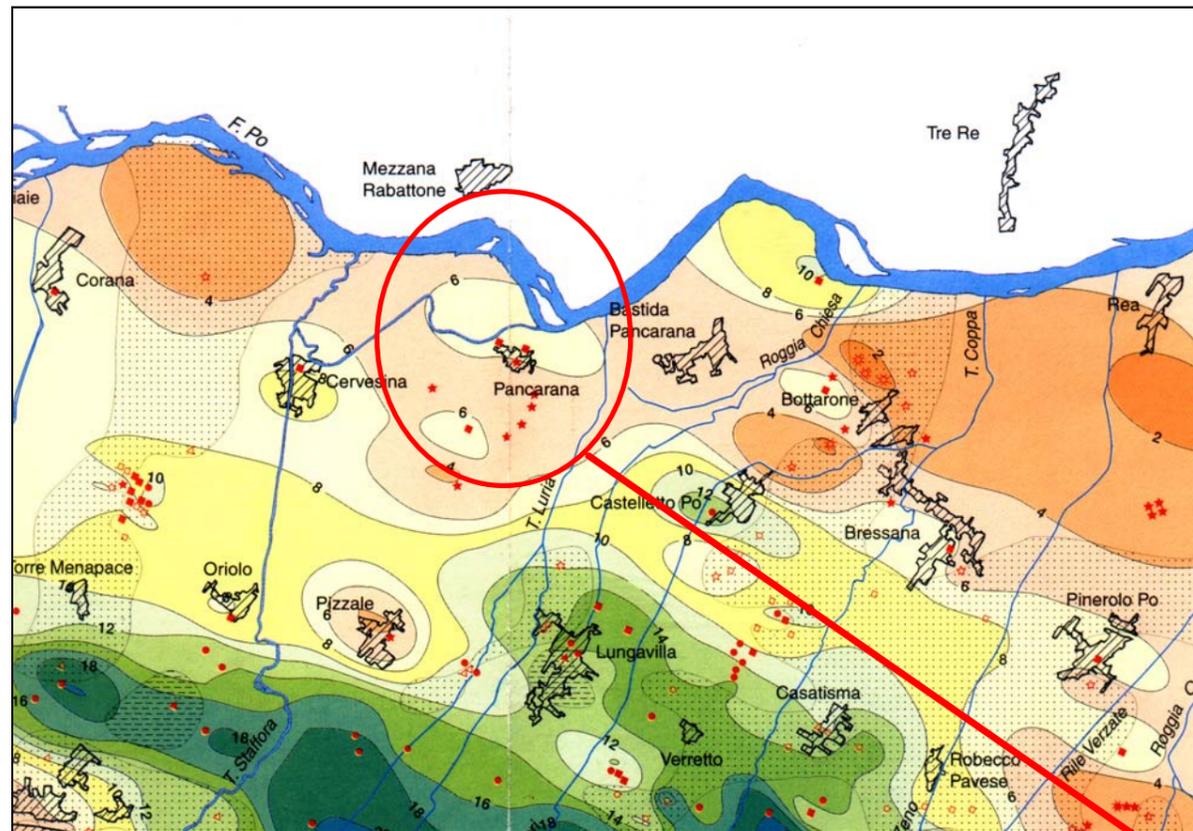
F. Cavanna - G. Marchetti - P.L. Vercesi

**IDROGEOMORFOLOGIA E INSEDIAMENTI A RISCHIO AMBIENTALE
IL CASO DELLA PIANURA DELL'OLTREPO PAVESE
E DEL RELATIVO MARGINE COLLINARE**

TAV. 3

**CARTA DELLA COPERTURA
DEL PRIMO ACQUIFERO**

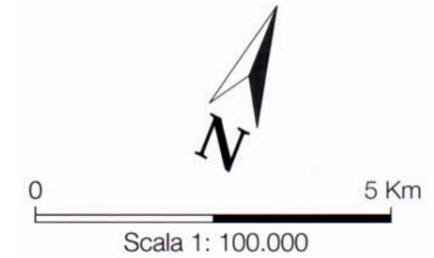
(ISOPACHE DELLA LITAZONA SUPERFICIALE
ARGILLO-LIMOSA)



Territorio comunale di Pancarana

LEGENDA

- Alveo ordinario del F. Po.
- Corso d'acqua secondario.
- Centro abitato.
- Curva isopaca della copertura impermeabile o semipermeabile del primo acquifero, con valori espressi in metri dal piano campagna (equidistanza: 2 m).
- Limite di regione.



- Pozzo, sondaggio o trincea esplorativa con copertura superficiale di spessore inferiore a 2 m: a) costituita da materiali a permeabilità scarsa o nulla (argille prevalenti); b) costituita da materiali semipermeabili (limi, argille sabbiose, sabbie argillose).
- Pozzo non utilizzato per la definizione degli spessori della coltre di copertura del primo acquifero: a) caratterizzato da una copertura contenente locali falde sospese rispetto all'acquifero considerato; b) con dati stratigrafici di superficie mancanti o non attendibili.
- Zona con coltre di copertura impermeabile.
- Zona con coltre di copertura semipermeabile.

Distribuzione dei valori dello spessore della coltre di copertura alluvionale

	< 2 m		10 - 12 m		20 - 22 m
	2 - 4 m		12 - 14 m		22 - 24 m
	4 - 6 m		14 - 16 m		24 - 26 m
	6 - 8 m		16 - 18 m		Aree collinari.
	8 - 10 m		18 - 20 m		

- Pozzo o sondaggio con copertura superficiale di spessore superiore a 10 m: a) costituita da materiali a permeabilità scarsa o nulla (argille prevalenti); b) costituita da materiali semipermeabili (limi, argille sabbiose, sabbie argillose).
- Pozzo o sondaggio con copertura superficiale di spessore compreso tra 10 m e 6 m: a) costituita da materiali a permeabilità scarsa o nulla (argille prevalenti); b) costituita da materiali semipermeabili (limi, argille sabbiose, sabbie argillose).
- Pozzo, sondaggio o trincea esplorativa con copertura superficiale di spessore compreso tra 6 m e 2 m: a) costituita da materiali a permeabilità scarsa o nulla (argille prevalenti); b) costituita da materiali semipermeabili (limi, argille sabbiose, sabbie argillose).

Fig. 23: Fondazione Lombardia per l'Ambiente - Università di Pavia, 1998. *Idrogeomorfologia e insediamenti a rischi ambientale - Il caso della pianura e dell'Oltrepò Pavese e del relativo margine collinare.*
 A cura di Giuseppe Marchetti, Franco Cavanna e Pier Luigi Vercesi.



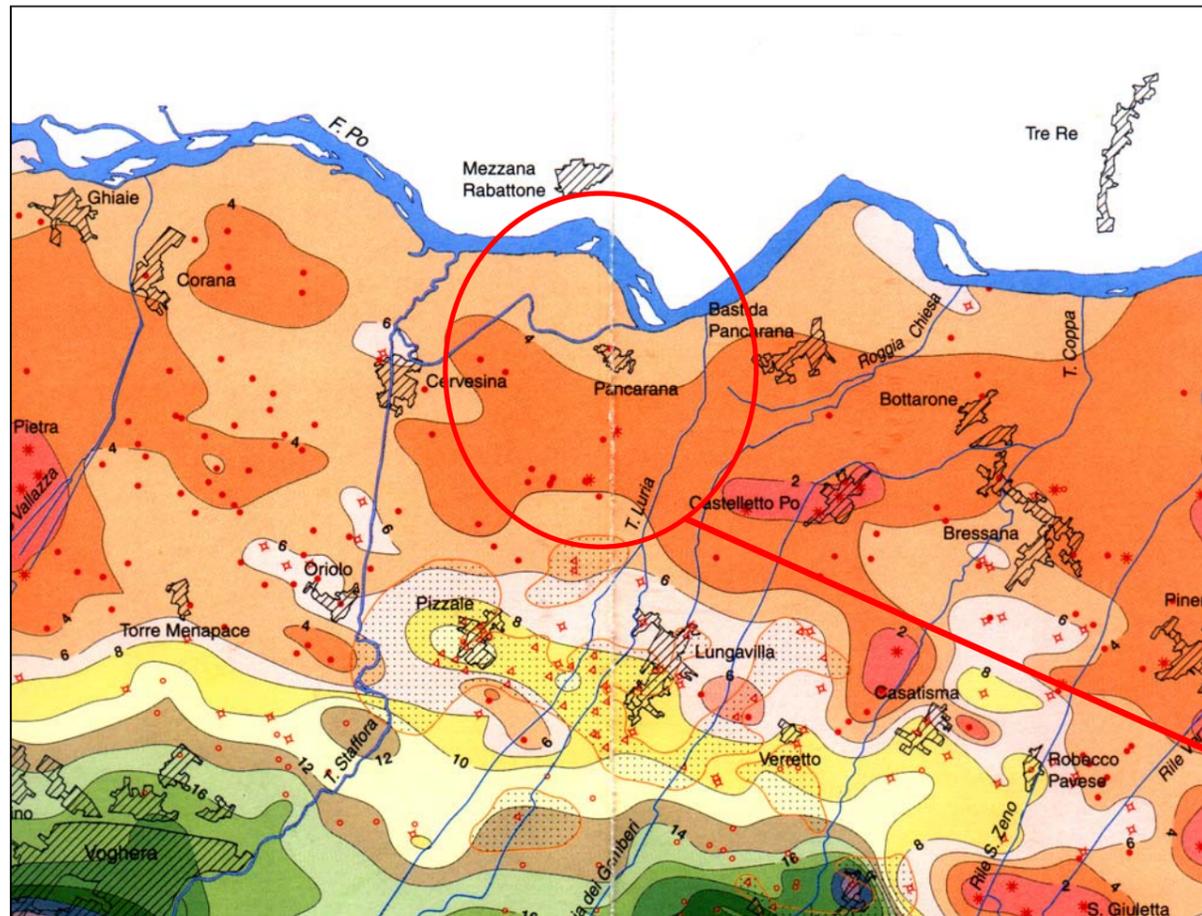
F. Cavanna - G. Marchetti - P.L. Vercesi

**IDROGEOMORFOLOGIA E INSEDIAMENTI A RISCHIO AMBIENTALE
 IL CASO DELLA PIANURA DELL'OLTREPO PAVESE
 E DEL RELATIVO MARGINE COLLINARE**

TAV. 4

**CARTA DELLE SOGGIACENZE
 DELLA PRIMA FALDA**

(ISOLINEE DEI VALORI MINIMI)



Territorio comunale di Pancarana

LEGENDA



- Alveo ordinario del Fiume Po.
- Corso d'acqua secondario.
- Centro abitato.
- Pozzo con valori di soggiacenza > 10 m.
- Pozzo con valori di soggiacenza ≤ 10 m. e > 6 m.
- Pozzo con valori di soggiacenza ≤ 6 m. e > 2 m.
- Pozzo con valori di soggiacenza < 2 m.
- Pozzo captante una falda sospesa rispetto all'acquifero considerato (non utilizzato per la definizione dei valori di soggiacenza).
- Curva di uguale soggiacenza della falda, con valori espressi in metri dal piano campagna ed equidistanza di 2 m (l'elaborazione si riferisce alle condizioni di massimo innalzamento piezometrico documentato sulla base dei dati disponibili).
- Zone interessate dalla presenza di piccole falde sospese contenute entro la coltre di copertura del primo acquifero arealmente continuo.
- Limite di regione.

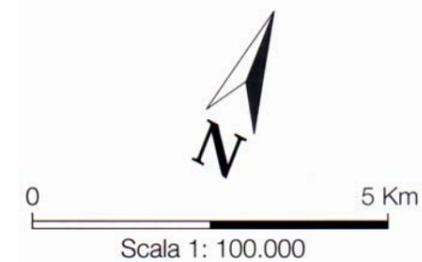
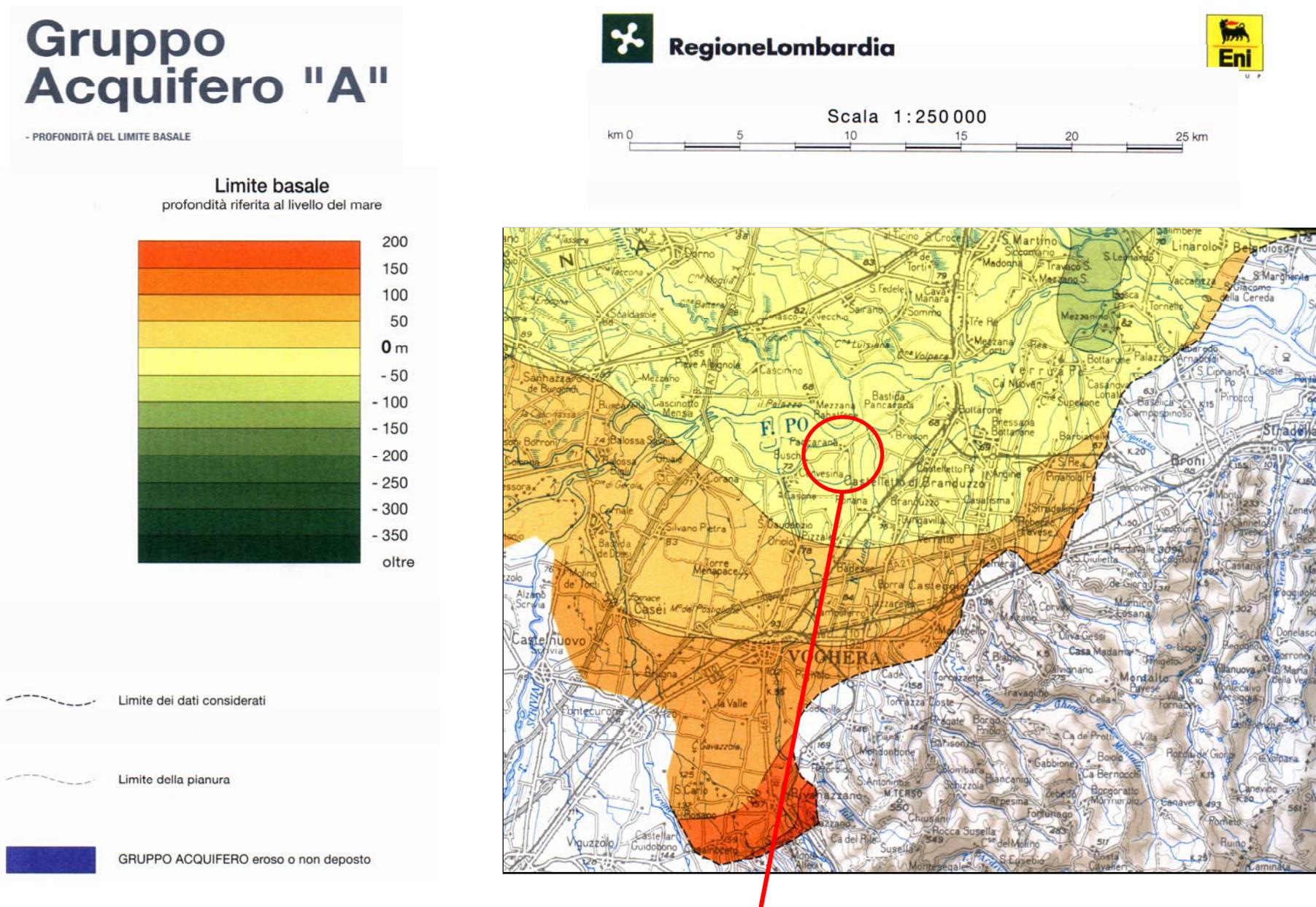


FIG. 24: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. *Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.* A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).



Territorio comunale di Pancarana

FIG. 25: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.
 A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).

Gruppo Acquifero "B"

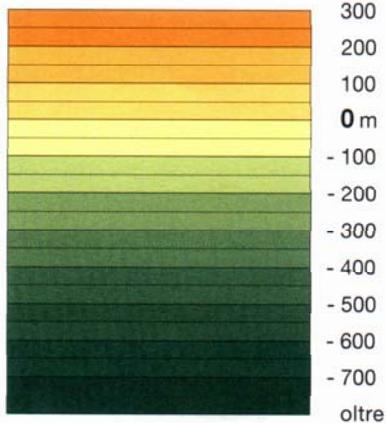


Scala 1:250 000

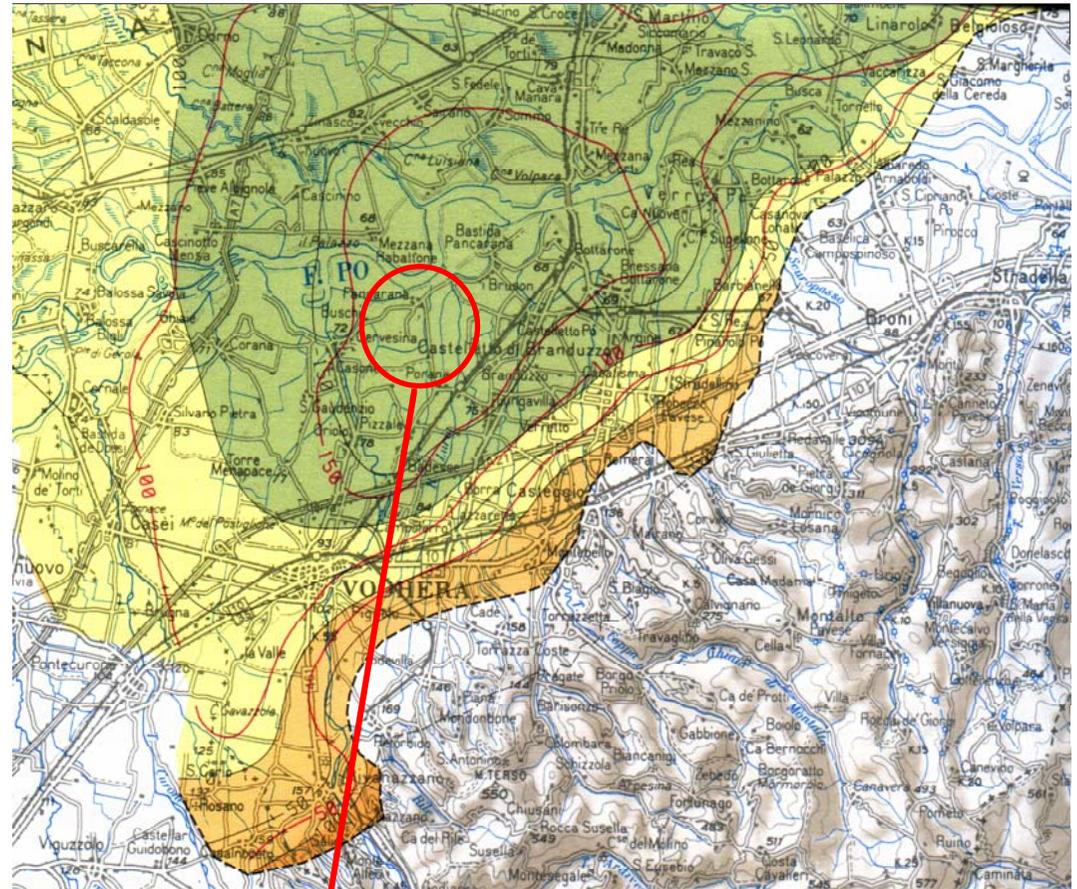


- PROFONDITÀ DEL LIMITE BASALE
- PROFONDITÀ DELL'INTERFACCIA ACQUA DOLCE/ACQUA SALMASTRA
- SPESSORE COMPLESSIVO SATURATO CON ACQUA DOLCE

Limite basale / Interfaccia acqua dolce-salmastra
 profondità riferita al livello del mare



- Limite dei dati considerati
- Limite della pianura
- Limite dell'area dove il GRUPPO ACQUIFERO è saturo d'acqua dolce e poggia su un acquitardo regionale. Dalla parte dei trattini rossi le isobate non definiscono la base del Gruppo Acquifero ma l'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra
- Isopache della parte di GRUPPO ACQUIFERO saturo con acqua dolce
- GRUPPO ACQUIFERO eroso o non deposto



Territorio comunale di Pancarana

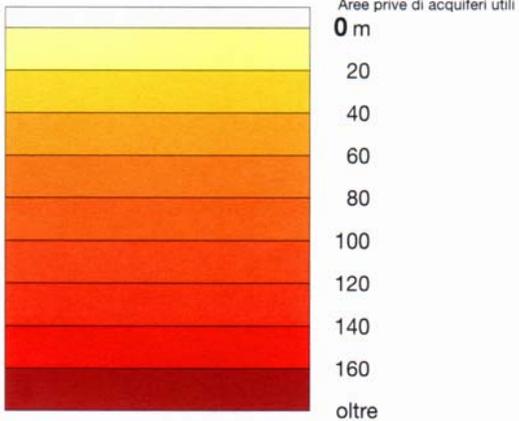
FIG. 26: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. *Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.* A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).

Gruppo Acquifero "A"

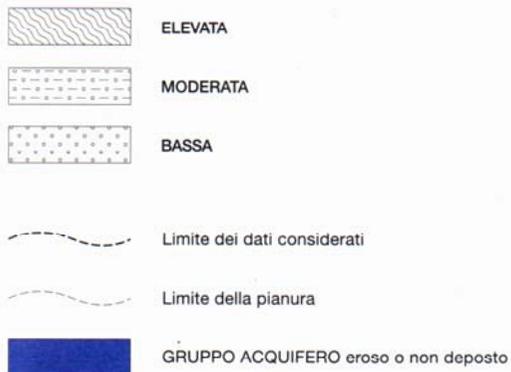


- SPESSORE CUMULATIVO DEI DEPOSITI POROSI PERMEABILI
- AREE DI RICARICA DIRETTA POTENZIALE

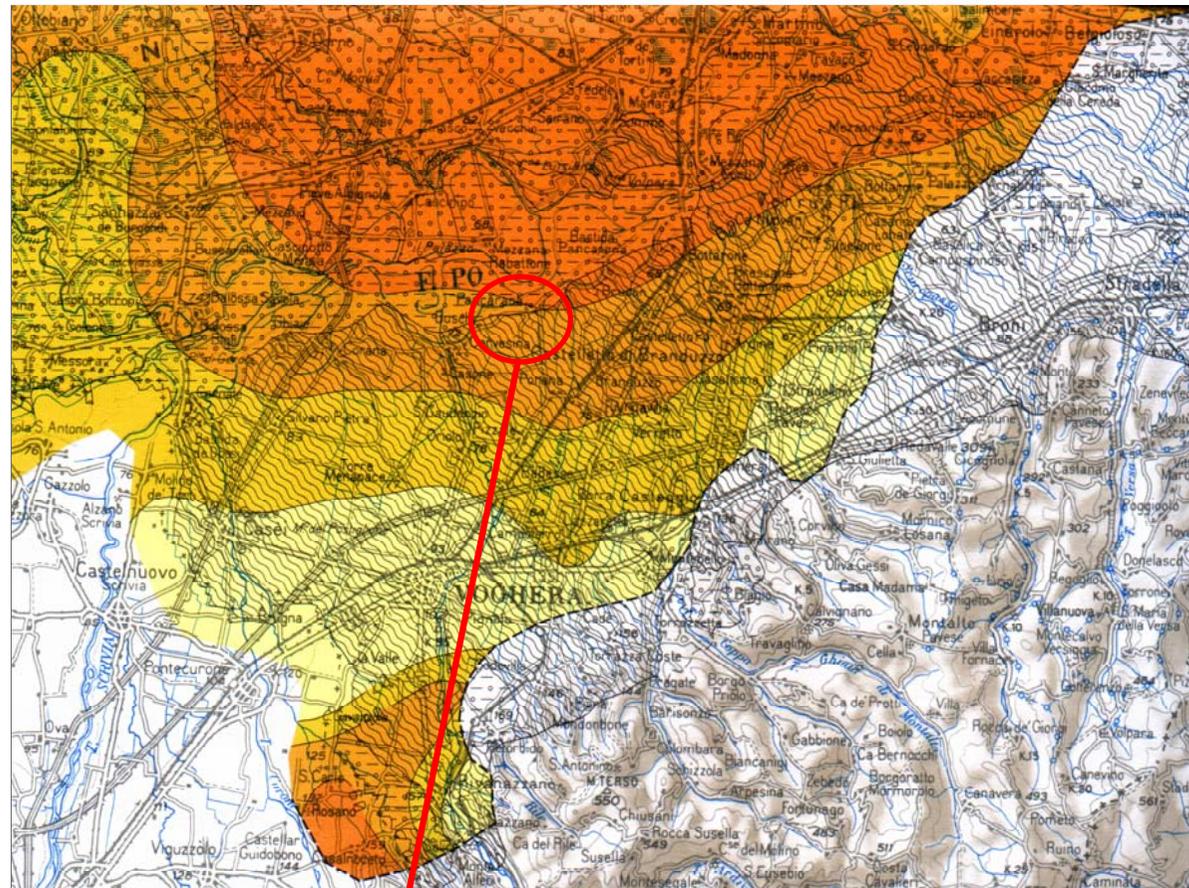
Spessore cumulativo (in m) dei livelli porosi-permeabili



AREE DI RICARICA DIRETTA POTENZIALE
Capacità Protettiva dei Suoli (dati ERSAL)



Scala 1:250 000



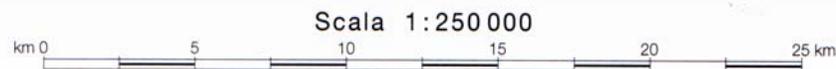
Territorio comunale di Pancarana

FIG. 27: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. *Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.*
 A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).

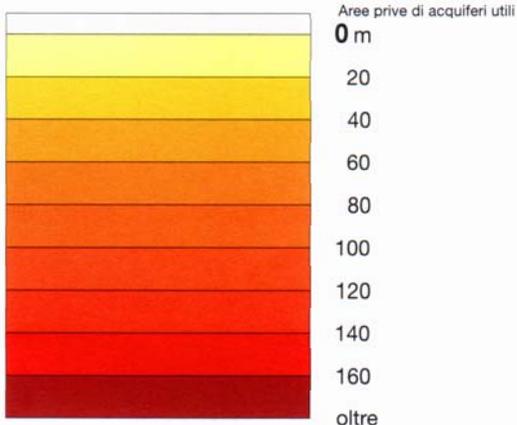
Gruppo Acquifero "B"



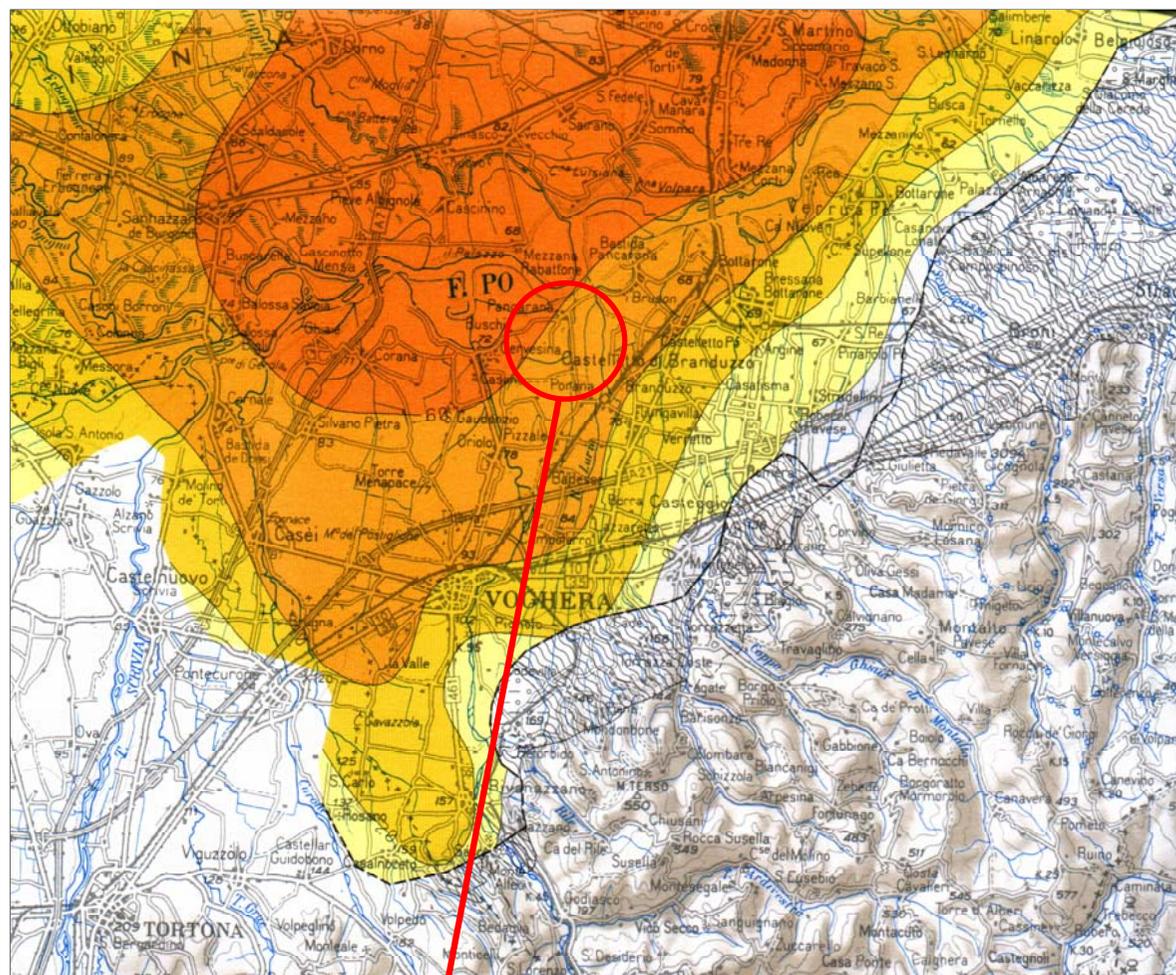
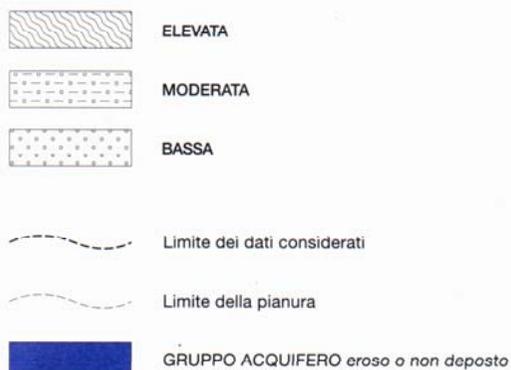
- SPESSORE CUMULATIVO DEI DEPOSITI POROSI PERMEABILI
 - AREE DI RICARICA DIRETTA POTENZIALE



Spessore cumulativo (in m) dei livelli porosi-permeabili



AREE DI RICARICA DIRETTA POTENZIALE
 Capacità Protettiva dei Suoli (dati ERSAL)



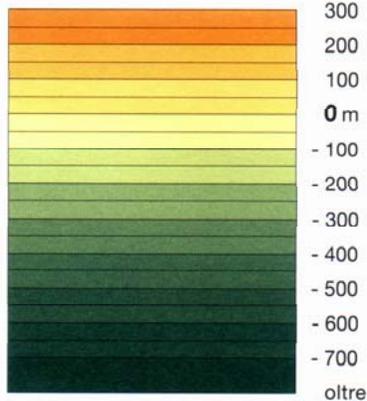
Territorio comunale di Pancarana

FIG. 28: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.
 A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).

Gruppo Acquifero "C"

- PROFONDITÀ DEL LIMITE BASALE
- PROFONDITÀ DELL'INTERFACCIA ACQUA DOLCE/ACQUA SALMASTRA
- SPESSORE COMPLESSIVO SATURATO CON ACQUA DOLCE

Limite basale / Interfaccia acqua dolce-salmastro
 profondità riferita al livello del mare



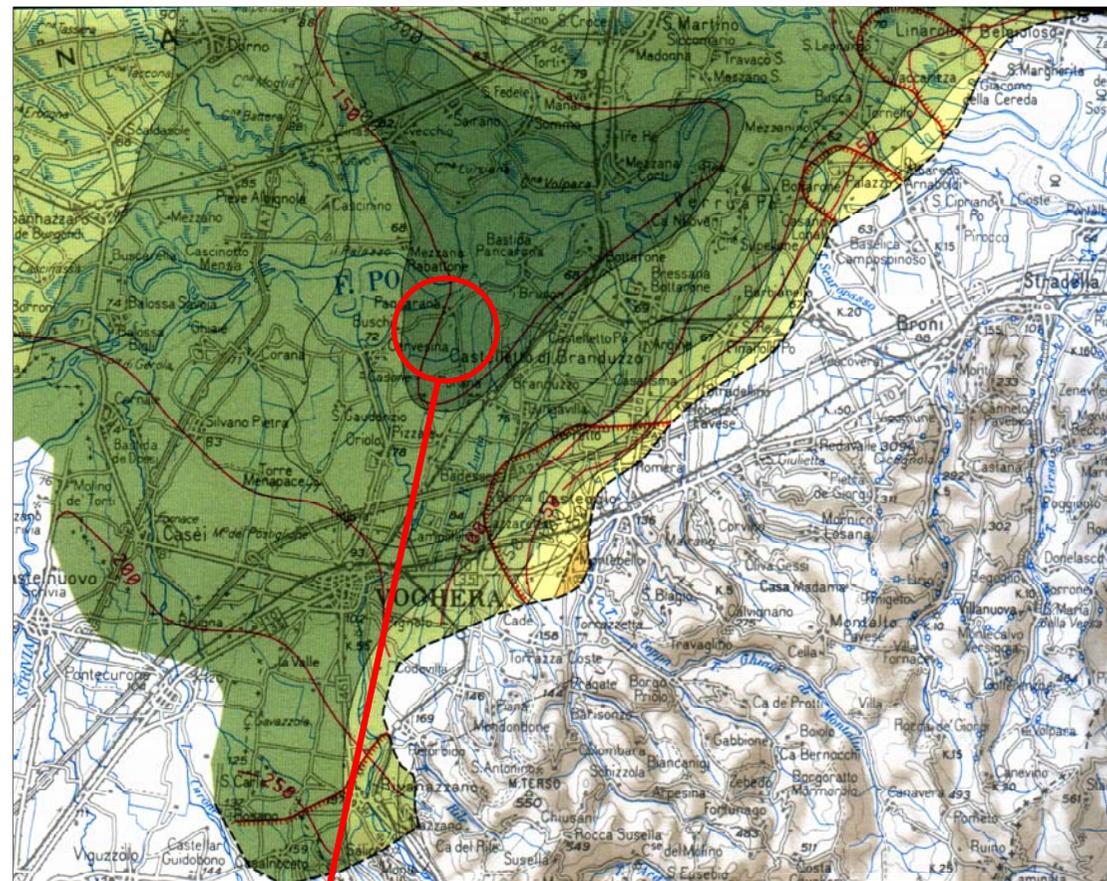
- - - Limite dei dati considerati
- - - Limite della pianura
- - - Limite dell'area dove il GRUPPO ACQUIFERO è saturo d'acqua dolce e poggia su un acquitardo regionale. Dalla parte dei trattini rossi le isobate non definiscono la base del Gruppo Acquifero ma l'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra
- - - Limite oltre il quale il GRUPPO ACQUIFERO è completamente saturo in acqua salmastra
- 50 - Isopache della parte di GRUPPO ACQUIFERO saturo con acqua dolce
- GRUPPO ACQUIFERO eroso o non deposto
- ==== Area di non sovrapposizione con la cartografia degli Acquiferi della Regione Emilia-Romagna



Regione Lombardia



Scala 1:250 000



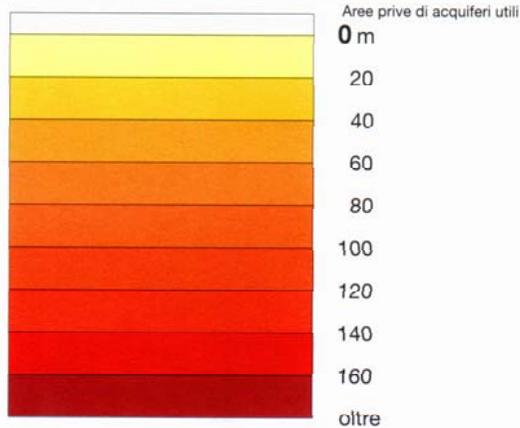
Territorio comunale di Pancarana

FIG. 29: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.
 A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).

Gruppo Acquifero "C"

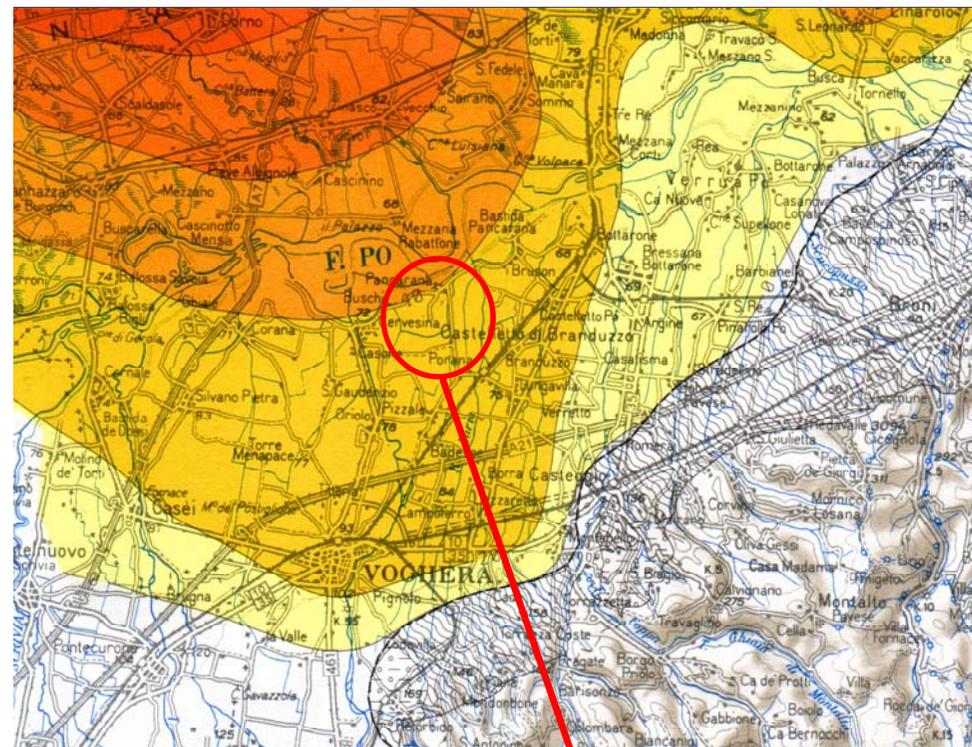
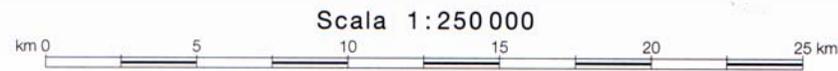
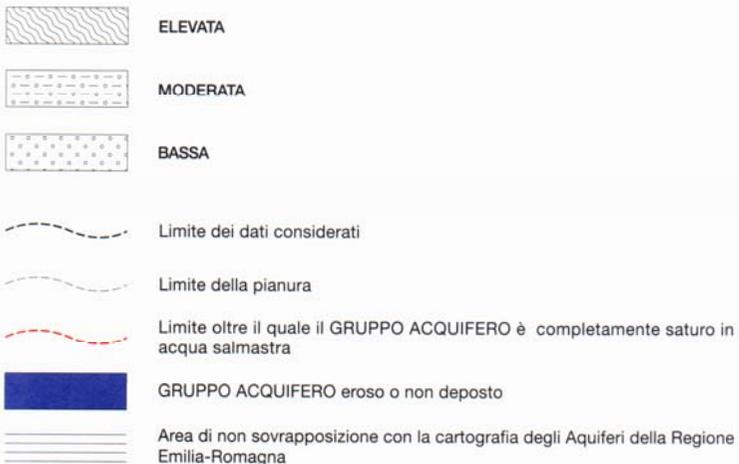
- SPESSORE CUMULATIVO DEI DEPOSITI POROSI PERMEABILI
 - ΔRFF DI RICARICA DIRETTA POTENZIALE

Spessore cumulativo (in m) dei livelli porosi-permeabili



AREE DI RICARICA DIRETTA POTENZIALE

Capacità Protettiva dei Suoli (dati ERSAL)



Territorio comunale di Pancarana

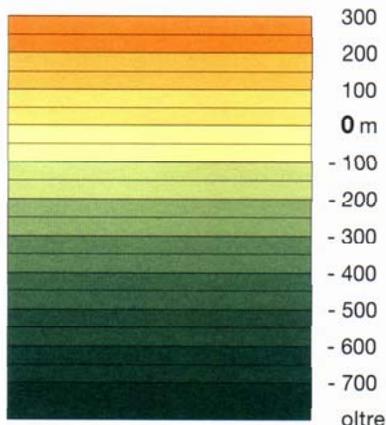
FIG. 30: Regione Lombardia, ENI Divisione Agip, 2002. Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia.
 A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. (Firenze).

Gruppo Acquifero "D"

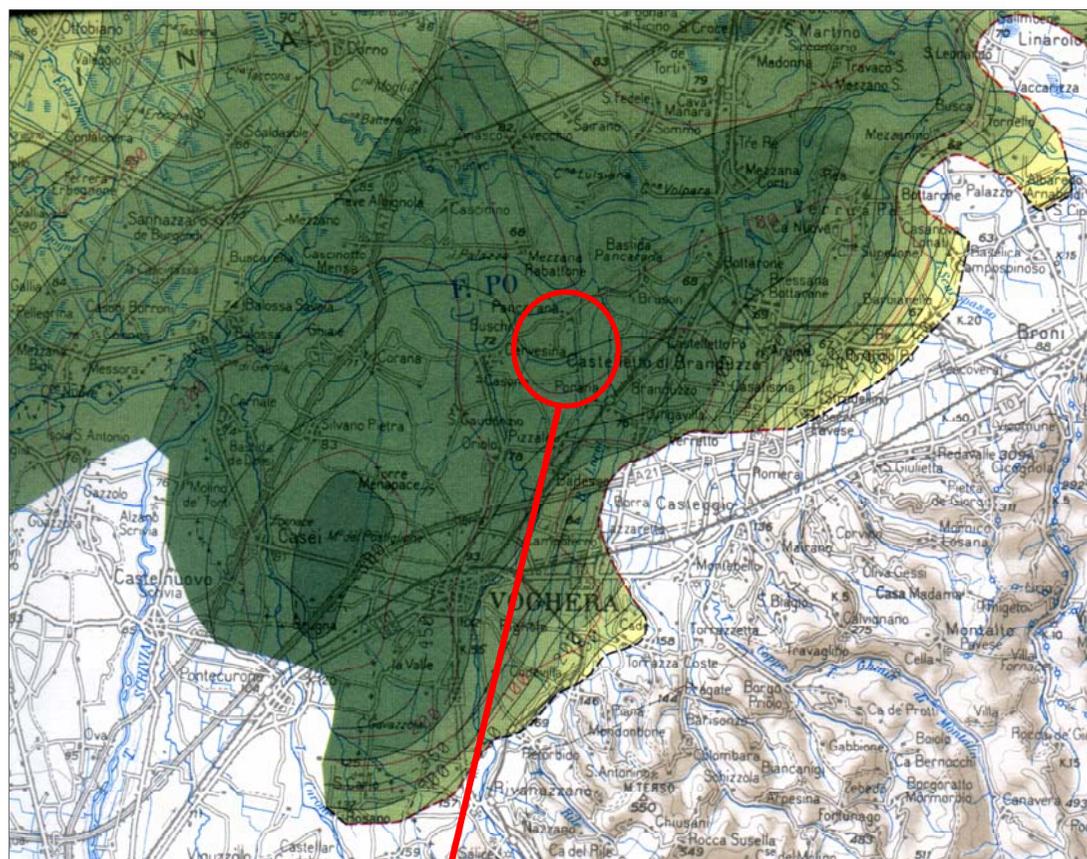
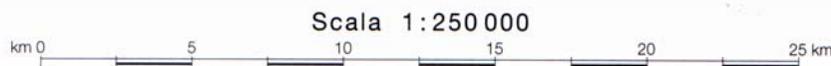


- PROFONDITÀ DEL LIMITE BASALE
- PROFONDITÀ DELL'INTERFACCIA ACQUA DOLCE/ACQUA SALMASTRA
- SPESSORE COMPLESSIVO SATURATO CON ACQUA DOLCE

Limite basale / Interfaccia acqua dolce-salmastro
 profondità riferita al livello del mare



- Limite dei dati considerati
- Limite della pianura
- Limite dell'area dove il GRUPPO ACQUIFERO è saturo d'acqua dolce e poggia su un acquifero regionale. Dalla parte dei trattini rossi le isobate non definiscono la base del Gruppo Acquifero ma l'interfaccia acqua dolce / acqua salmastra
- Limite oltre il quale il GRUPPO ACQUIFERO è completamente saturo in acqua salmastra
- 50 --- Isopache della parte di GRUPPO ACQUIFERO saturo con acqua dolce
- GRUPPO ACQUIFERO eroso o non deposto
- ==== Area di non sovrapposizione con la cartografia degli Acquiferi della Regione Emilia-Romagna



Territorio comunale di Pancarana

5 - CARTA DEI VINCOLI E DELLE LIMITAZIONI D'USO DEL TERRITORIO

Nella TAV. 6, "CARTA DEI VINCOLI E DELLE LIMITAZIONI D'USO DEL TERRITORIO", sono state delimitate le zone soggette a vincolo, di contenuto idraulico, idrogeologico ed ambientale, derivato dalla normativa in vigore ed in base a quanto prescritto dalla pianificazione sovraordinata (PAI, PSSF, PTCP).

Di conseguenza in carta sono stati evidenziati:

- i corsi d'acqua ricompresi nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Pavia, tutelati ai sensi D.lgs. n. 42 del 22/01/2004 (art. 142 - lett. c) con relativa fascia di rispetto di 150 m, ovvero il Fiume Po (numero iscrizione "Elenco delle Acque Pubbliche" della Provincia di Pavia (ex R.D.L. 11/12/1933 n.1775) = 1, numero progressivo "Individuazione del Reticolo principale" (D.G.R. 1/10/2008 n.8/8127) = PV001.
- i corsi d'acqua ricompresi nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Pavia, ma derubricati per tutto il loro corso, per la loro irrilevanza ai fini paesaggistici dal vincolo ex legge 29 giugno 1939, n. 1497 (D.G.R. n. IV/12028 del 25/07/1986), ovvero Rio Luria e Brignolo, PV023 e n° iscr. El.AA.PP. di Pavia 58 (il corso d'acqua n° progr.PV023 e n°58 dell'El.AA.PP di Pavia, denominato Rio Luria e Brignolo, è erroneamente indicato come "Torrente Luria" sia sull'aerofotogrammetrico comunale sia sulla CTR);
- il reticolo idrico minore, come individuato da apposito studio di Ecogis S.r.l. del Maggio 2003, ovvero il Colatore Fossadone;
- le fasce di rispetto dei corsi d'acqua - determinate dallo studio di Ecogis S.r.l. del Maggio 2003 - dell'ampiezza di 10 m. per gli elementi del reticolo idrico principale, e di 4 m per gli elementi del reticolo idrico minore, calcolate da ognuno dei due cigli superiori della sponde degli alvei incisi o dai piedi esterni di argini artificiali, da verificare puntualmente;
- i pozzi captati ad uso idropotabile, con le relative fasce di rispetto (cfr. art.6 del D.P.R. 236/88 e s.m.i.) delimitate con criterio geometrico, come indicato nella D.G.R. n. 6/15137 del 01/08/96 e richiamato dalla disposizione del D. Lgs. 152/99 e s.m.i. (D. Lgs. 258/00);
- le fasce A, B e C del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), per le quali il comune ha l'obbligo di assoggettarsi alle relative norme di attuazione
- le previsioni del "*Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*" (PTCP), riguardanti gli ambiti di tutela – Prescrizioni (emergenze naturalistiche e aree di elevato contenuto naturalistico), ambiti di tutela – Indirizzi (aree di consolidamento dei caratteri naturalistici e corridoi ecologici).

6 - LA CARTA DI SINTESI

La TAV. 7, CARTA DI SINTESI, che raccoglie gli elementi maggiormente significativi emersi nel corso dell'analisi dei numerosi dati raccolti nel corso dello studio condotto, fornisce un quadro riassuntivo dello stato del territorio comunale di Pancarana per quanto concerne le sue condizioni di vulnerabilità e di pericolosità per la presenza di fenomeni di dissesto idrogeologico, in atto o potenziali.

La tavola presenta pertanto i seguenti ambiti di pericolosità e vulnerabilità (per la definizione dei quali si è fatto riferimento al punto 3.2 della D.G.R. 29/10/2001 n. 7/6645):

- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;

Al punto I., *aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico*, sono state inserite le fasce di rispetto relative ai pozzi di captazione idropotabile, delimitate in base al criterio geometrico come indicato nella D.G.R. 6/15137 del 07/08/1996 e richiamato dalla disposizione del D. Lgs. 152/1999 e succ. mod. e int. (D.Lgs. 258/2000); aree ad elevata vulnerabilità per le risorse idriche (cave dismesse).

Nel punto II. sono state raccolte le *aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*, che comprendendo, oltre all'intera porzione di territorio comunale ricadente all'interno della fascia di deflusso della piena ordinaria e della fascia di esondazione per piena straordinaria, le aree potenzialmente allagabili e il dosso fluviale con corso d'acqua.

7 - FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

Il presente capitolo vuole essere di commento alla fase finale del presente lavoro, la fase di proposta, che ha portato alla redazione della TAV. 7 “CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO” e della TAV 8 (dettaglio) ed alla formulazione delle norme geologiche di piano.

7.1 - Considerazioni e prescrizioni di carattere generale

Le indicazioni in merito alla fattibilità geologica, in quanto espresse a scala territoriale, sono da ritenersi indicative e non costituiscono in ogni caso deroga alle norme di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni.

A tal proposito si ricorda come il D.M. 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche*”, pubblicato nel Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 è l’atto definitivo dell’elaborazione di una serie di bozze che si sono succedute a partire dal testo del primo decreto del 14 settembre 2005: dal 1° luglio 2009 l’applicazione delle nuove norme tecniche introdotte dal citato D.M. è obbligatoria.

Gli studi di progetto dovranno presentare analisi originali e critiche dei presenti elaborati geologici ed idonea documentazione relativa all’adempimento delle prescrizioni ivi contenute, che dovranno essere valutati a livello comunale nella fase istruttoria della pratica (in sede di presentazione dei Piani Attuativi ex L.R. 12/2005, art. 14 e s.m.i. o di richiesta del permesso di costruire ex L.R. 12/2005, art. 38 e s.m.i.). Tutti gli elaborati dovranno essere firmati da tecnico abilitato. Nelle documentazioni di progetto dovrà essere verificata la compatibilità degli interventi sia in relazione alla sicurezza degli interventi stessi, sia in relazione alle situazioni presenti o prevedibili al contorno. Le indagini sito-specifiche dovranno comunque essere effettuate preliminarmente ad ogni intervento edificatorio (in quanto propedeutiche alla pianificazione dell’intervento stesso ed alla sua progettazione) e non sono, in ogni caso, sostitutive, ma integrano e specificano, in funzione delle peculiarità locali, quelle previste dalle normative.

Le indicazioni qui fornite in merito all’edificabilità si riferiscono a costruzioni di non particolare mole e complessità strutturale. Sono fatte salve, in ogni caso, le disposizioni più restrittive di quelle qui indicate contenute nelle leggi dello Stato e della Regione, negli strumenti di pianificazione sovracomunale e in altri piani di tutela del territorio e dell’ambiente. In caso di discrepanza, si dovranno applicare le norme più restrittive e/o cautelative.

7.2 - Rapporti con la normativa sismica

Il Comune di Pancarana, secondo le disposizioni della nuova classificazione (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, pubblicato sulla G.U. n. 105, S.o.n. 72 del 08/05/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”), ricade in **zona sismica 4** (quella a minor grado di sismicità; definita come «sismicità bassa»).

L'analisi della sismicità del territorio effettuata seguendo la metodologia definita dalla d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008, ha portato, attraverso il 1° livello di approfondimento, al riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti, illustrate nella TAV. 4 "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE".

Sul territorio comunale è stato riconosciuto il seguente scenario di pericolosità sismica locale (PSL), esteso all'intero contesto in esame:

Z4a "Zona di fondovalle e di pianura, con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi"

Gli effetti eventualmente correlati ad eventi sismici consistono in amplificazioni litologiche e geometriche.

L'analisi di 2° livello è prevista per lo scenario Z4 in caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, per i quali la normativa regionale richiede approfondimenti per i Comuni ricadenti in zona sismica 4.

Inoltre, è stato riconosciuto, sul territorio comunale, ma non riportato in cartografia, lo scenario Z2, anch'esso esteso sull'intero territorio comunale.

Z2 "Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.,) - zone con depositi fini granulari saturi"

Gli effetti eventualmente correlati ad eventi sismici consistono in cedimenti e/o liquefazioni.

Per questo scenario, la normativa prevede il passaggio diretto al 3° livello di approfondimento, da effettuarsi in fase progettuale.

Occorre tuttavia rilevare che ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2. delle N.T.C., la verifica alla liquefazione può essere omessa in caso di eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.

A tal proposito si è ritenuto opportuno effettuare il calcolo del terremoto di progetto atteso per la località di Pancarana, per stimare la massima intensità sismica prevedibile nel sito in corrispondenza di un determinato tempo di ritorno. Le valutazioni effettuate e commentate nel cfr. paragrafo 3.6 hanno permesso di verificare come per il sito di Pancarana potrà essere omessa la verifica alla liquefazione poiché gli eventi sismici attesi risultano di magnitudo M inferiore a 5.

7.3 - Indicazioni sulla fattibilità geologica per le azioni di piano

L'interpretazione integrata dei dati di analisi acquisiti ha consentito di applicare i concetti delle classi di fattibilità geologica per le azioni di piano indicate dalla d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008.

Le indagini effettuate, commentate nei precedenti capitoli, hanno permesso di definire un quadro sufficientemente dettagliato della situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e dello stato del territorio indagato.

La valutazione incrociata degli elementi emersi nel corso degli studi condotti, ha permesso di determinare una zonizzazione del territorio comunale basata su tre classi di fattibilità geologica per le azioni di piano, che tiene necessariamente conto delle informazioni contenute nella TAV. 5 “CARTA DEI VINCOLI E DELLE LIMITAZIONI D’USO DEL TERRITORIO” e nella TAV. 6 - “CARTA DI SINTESI”, commentate nei capitoli precedenti.

Di seguito si riportano le indicazioni relative alle classi di fattibilità individuate: “Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni”, “Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni” e “Classe 4 - Fattibilità nulla o con gravi limitazioni”; nel territorio comunale di Pancarana non sono state individuate aree con caratteristiche tali da poterle far ricadere in “Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni”.

È opportuno precisare ancora una volta che le indicazioni fornite in merito alla fattibilità geologica, in quanto espresse a scala territoriale, sono da ritenere indicative e non costituiscono in ogni caso deroga alle norme prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008.

Nelle fasce di transizione tra le varie classi si renderà necessario considerare anche le indicazioni fornite per la classe dotata di caratteristiche più scadenti.

Dovranno inoltre essere valutati i possibili areali d'influenza delle puntuali e lineari situazioni di pericolosità che sono state segnalate nel corso dello studio.

In generale, nella documentazione di progetto dovrà essere verificata la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di potenziale dissesto presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso.

Di seguito si riportano le indicazioni relative alle singole classi di fattibilità.

CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni ed in particolare all'edificabilità.

Si tratta di aree caratterizzate dalla locale presenza di orizzonti argillosi, argillo-sabbiosi e argillo-limosi con caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti e dove localmente la soggiacenza della falda acquifera è ridotta per la locale presenza di lenti sabbiose confinate negli strati argillosi che determinano l'instaurarsi di un regime a falde sospese.

Di conseguenza, l'utilizzo a fini urbanistici delle aree ricadenti nella Classe 2 può, in genere, essere attuato adottando appropriati accorgimenti costruttivi e fondazionali.

Le indagini dovranno valutare nel dettaglio l'assetto litostratigrafico, geotecnico e idrogeologico (profondità della falda acquifera) del sottosuolo mediante l'esecuzione di adeguate indagini geognostiche in sito (prove penetrometriche statiche CPT, sondaggi a carotaggio continuo, ecc.) eventualmente integrate da prove geotecniche di laboratorio. Più in generale, le analisi geologiche da esperire ai fini di ottemperare al D.M. 14/01/2008 dovranno essere, in particolare, finalizzate alla definizione della profondità del piano di posa delle fondazioni e delle caratteristiche geotecniche del substrato per consentire il corretto dimensionamento delle strutture fondazionali.

CLASSE 3—FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

In questa classe ricadono le zone in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per l'entità e la natura dei rischi individuati sia localmente che nelle aree immediatamente limitrofe. In particolare, si fa riferimento a quelle aree ubicate al di fuori dell'area golenale, che sono state tuttavia interessate da fenomeni alluvionali in concomitanza con le piene del Po e dei torrenti appenninici, delimitate in base a notizie storiche.

Preme far rilevare che alle zone cui è stata attribuita questa classe, sono caratterizzate da condizioni litologiche e di stabilità del tutto analoghe a quelle rientranti nella Classe 2. Tuttavia, una loro leggera depressione rispetto al piano campagna circostante fa sì che per eventi del tutto eccezionali che avvengono al di fuori del territorio comunale, si abbiano fenomeni esondativi che giungono ad interessare le abitazioni poste ad ovest del centro abitato. In particolare, si sono verificate tracimazioni de T. Staffora a livello del ponte di Oriolo (Voghera) che hanno portato le acque a defluire lungo i campi sino al centro abitato di Pancarana. Sono stati previsti interventi di di interrimento di un'arcata del suddetto ponte per cui tali eventi non dovrebbero più ripresentarsi, ma nel caso di dilazione temporale degli stessi, la situazione rimane allo stato attuale.

L'utilizzo delle zone di Classe 3 risulta pertanto subordinato alla realizzazione di indagini di dettaglio, che in aggiunta a quanto già indicato per la Classe 2, dovranno acquisire una maggiore conoscenza dell'area di diretto interesse e del suo intorno attraverso l'esecuzione di campagne geognostiche, di prove geotecniche in sito e in laboratorio volte ad una puntuale caratterizzazione del substrato che si dovranno affrontare in quanto all'origine delle limitazioni individuate. In modo particolare sarebbe opportuno eseguire oltre alle valutazioni basate su criteri geomorfologici e su informazioni storiche, uno studio idraulico atto a definire con maggior precisione la reale pericolosità e probabilità degli eventi alluvionali, in funzione del quale saranno progettati gli interventi di salvaguardia e messa in sicurezza della zona oggetto di intervento.

Tutto ciò dovrà consentire di precisare quelle che sono le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili e le tipologie costruttive più opportune.

CLASSE 4 - FATTIBILITÀ NULLA O CON GRAVI LIMITAZIONI

La Classe 4 comprende le zone ricadenti all'interno dell'area golenale e le zone che ricadono nella distanza di 10 m dagli alvei di piena dei corsi d'acqua ai sensi della D.g.r. n. 7/77868 del 25.01.2002, punti 3 e 5.1 e successive modificazioni.

In queste aree sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici, di restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5/08/1978, n. 457, con aumenti di superficie o di volume inferiore al 20%, purché compatibili con le condizioni ambientali e con lo stato di pericolosità e di vulnerabilità idrogeologica esistente (tali interventi sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia

per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso);

- gli interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto; gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie, volume e cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo; gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela; le opere di bonifica; le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee; la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonché l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purché compatibili con le condizioni ambientali dell'area e/o con lo stato di vulnerabilità esistente (tali interventi sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento stesso, le condizioni del territorio, sia per quanto riguarda la vulnerabilità idrogeologica, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso.

AREE DI RISPETTO PER LE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

ZONA DI TUTELA ASSOLUTA POZZI CONSORZIO ACQUEDOTTO TRA I COMUNI DI BRESSANA BOTTARONE E PINAROLO PO - CLASSE IV: FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

L'area di tutela assoluta è delimitata da un cerchio di raggio pari a m 10, a partire dal punto di captazione ai sensi dell'art. 5 comma 4 del D.Lgs. n. 258/2000 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 Maggio 1999 n. 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della Legge 24 Aprile 1998, n. 128". Tale area deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

ZONA DI RISPETTO POZZI AD USO ACQUEDOTTISTICO - CLASSE III: FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Per quanto riguarda le zone di rispetto delle captazioni idropotabili, si ricorda:

- che le zone di tutela assoluta - delimitate da cerchi di raggio pari a m 10 a partire dai punti di captazione ai sensi dell'art. 5 comma 4 del D.Lgs. n. 258/2000 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 Maggio 1999 n. 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della Legge 24 Aprile 1998, n. 128" - devono essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio;
- che nelle zone di rispetto - circoscritte all'interno di cerchi aventi raggio pari a 200 m con centro nel punto di captazione (art. 5 comma 7 del D.L. 18 Agosto 2000 n. 258 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 Maggio 1999 n. 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della Legge 24 Aprile 1998, n. 128") - sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività ritenute pericolose per la possibile contaminazione delle acque sotterranee:

- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi
- dispersione di fanghi o acque reflue anche se depurati
- aree cimiteriali
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche
- apertura di cave che possano interferire con la falda
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica
- gestione dei rifiuti
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione autoveicoli
- pozzi perdenti
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 kg per ettaro di azoto presenti negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione

e che nelle medesime (in ottemperanza alla D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693 "Decreto legislativo 11 Maggio 1999 n; 152 e successive modificazioni, art. 21, comma 5 – Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano") la realizzazione di:

- fognature
- opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione
- infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio
- pratiche agricole

è subordinata alla ripermutrazione della zona di rispetto mediante la realizzazione di uno studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale ai sensi della D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996 e quindi all'adozione all'interno della nuova zona di rispetto così individuata dei criteri tecnico-costruttivi indicati ai punti 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 della D.G.R. del 10.04.2003 n. 7/1263.

Inoltre, essendo il territorio comunale interessato dalle fasce P.A.I., e quindi soggetto al rispetto delle norme derivate, vengono allegate in appendice dette norme.

Pavia, Maggio 2010



STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO PADANO
Via Bona di Savoia, 10 - 27100 PAVIA
Tel. 0382-466111 / 463385 / 571865 (fax) - e-mail: sgpp@iol.it

Prof. Geol. Pier Luigi Vercesi
Ord. Geologi Lombardia n. 1015