



COMUNE DI PAVIA

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005
E SECONDO I CRITERI DELLA D.G.R. n. IX/2616/11**

Milano, ottobre 2021



**STUDIO IDROGEOTECNICO S.r.l.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA**

Bastioni di Porta Volta 7 - 20121 Milano
tel. 02/659.78.57 - fax 02/655.10.40
e-mail: stid@fastwebnet.it
www.studioidrogeotecnico.com



COMUNE DI PAVIA

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO AI SENSI DELLA L.R. 12/2005 E SECONDO I CRITERI DELLA D.G.R. n. IX/2616/11

PARTE PRIMA - RELAZIONE ILLUSTRATIVA	6
1 PREMESSA	7
2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	9
2.1 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE	9
3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	19
3.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	19
3.1.1 Fasce Fluviali	20
3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA).....	21
3.2.1 Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico (d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738).....	28
3.3 PIANO TERRITORIALE REGIONALE.....	33
3.3.1 La struttura del Piano.....	34
3.3.2 Rapporti con il PGT.....	35
3.3.3 Integrazione del PTR ai sensi della l.r. n. 31 del 2014.....	38
3.4 PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE - 2006	43
3.5 PTUA 2016	49
3.5.1 Revisione dei corpi idrici sotterranei	50
3.5.1.1 Caratteristiche e limiti delle principali idrostrutture	52
3.6 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI PAVIA (PTCP).....	58
3.7 LEGGE REGIONALE N. 4 DEL 15 MARZO 2016 - INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA	66
3.8 REGOLAMENTO REGIONALE 23 NOVEMBRE 2017 N. 7 E SS.MM.II.	67
3.8.1 Documento semplificato del rischio idraulico comunale di Pavia - Analisi delle criticità idrauliche	72
4 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....	74
4.1 TEMPERATURA DELL'ARIA.....	74
4.2 PRECIPITAZIONI	76
4.3 EVENTI PLUVIOMETRICI INTENSI ED ESTREMI.....	79

5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROLOGICO	82
5.1	GEOMORFOLOGIA.....	82
5.2	UNITÀ GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE	83
5.3	IDROGRAFIA	84
5.3.1	<i>Fiume Ticino</i>	84
5.3.1.1	Aspetti idraulici del F. Ticino.....	84
5.3.1.2	Caratterizzazione delle opere presenti lungo il Fiume Ticino a Pavia.....	86
5.3.1.3	Caratteri generali delle piene del F. Ticino	86
5.3.1.4	Le piene storiche del F. Ticino a Pavia	87
5.3.1.5	Le magre del F. Ticino a Pavia.....	88
5.3.1.6	Studio di approfondimento idraulico	89
5.3.1.7	Risultati delle simulazioni e individuazione delle aree esondabili.....	89
5.3.1.8	Zonazione della pericolosità e del rischio.....	93
5.3.2	<i>Colatore Gravellone</i>	95
5.3.2.1	Progetto impianto idrovoro.....	96
6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	98
6.1	STATO DI FATTO DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO	98
6.2	FABBISOGNO IDRICO.....	101
6.3	DOCUMENTAZIONE CONOSCITIVA DEL DEPURATORE E DELLE RETI DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI SCARICO.....	108
6.4	CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO	108
6.5	CARATTERI PIEZOMETRICI LOCALI.....	110
6.6	QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA	113
6.6.1	<i>Stato idrochimico delle acque sotterranee</i>	116
6.7	CONTAMINAZIONE DA SOLVENTI CLORURATI RISRCONTRATA NELLE ACQUE SOTTERRANEE DI PRIMA FALDA DELLA CITTÀ DI PAVIA	119
6.8	VULNERABILITÀ INTEGRATA DEGLI ACQUIFERI	124
7	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	129
7.1	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	129
7.2	SINTESI DELLE RECENTI/NUOVE INDAGINI GEOGNOSTICHE DI DOCUMENTAZIONE.....	130
7.3	ZONAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO	133
8	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA.....	137
8.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	137
8.2	ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI REGIONALI	142
8.3	SISMICITÀ STORICA.....	144
8.4	SISMICITÀ RECENTE	148
8.5	CONTESTO GEODINAMICO	150
8.6	APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO	156
8.6.1	<i>Scenari di pericolosità sismica locale e possibili effetti indotti</i>	157
8.7	APPROFONDIMENTI SISMICI DI SECONDO LIVELLO	158
8.7.1	<i>Ambiti Z4a</i>	158
8.7.1.1	Indagini simiche di riferimento.....	159
8.7.1.2	Determinazione del valore di V_{seq} e della categoria sismica di sottosuolo.....	159
8.7.1.3	Individuazione delle schede di valutazione semplificata	161
8.7.1.4	Determinazione del periodo proprio di sito	164
8.7.1.5	Calcolo del fattore di amplificazione locale F_{ac} e confronto con i valori di soglia.....	165
8.7.2	<i>Ambiti Z3a</i>	170
8.7.3	<i>Ambiti Z2a</i>	171
8.7.4	<i>Ambiti Z2b</i>	172
8.7.4.1	Suscettibilità alla liquefazione - Generalità	172
8.7.4.2	Primo grado di approfondimento.....	173

9	QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO.....	177
9.1	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE.....	177
9.2	POLIZIA IDRAULICA.....	178
9.3	PAI FASCE FLUVIALI	182
9.4	PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONI (PGRA).....	182
9.4.1	<i>La carta PAI-PGRA</i>	183
10	SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI	184
	PARTE SECONDA- NORME GEOLOGICHE DI PIANO	190
	ARTICOLO 1 - DEFINIZIONI	191
	ARTICOLO 2 – INDAGINI ED APPROFONDIMENTI GEOLOGICI	198
	ARTICOLO 3 – PERICOLOSITA’ SISMICA E MICROZONAZIONE	199
	ARTICOLO 4 – CLASSI DI FATTIBILITÀ.....	200
	<i>Classe di fattibilità geologica 4 - fattibilità con gravi limitazioni</i>	200
	<i>Classe di fattibilità geologica 3 - fattibilità con consistenti limitazioni</i>	203
	<i>Classe di fattibilità geologica 2 - fattibilità con modeste limitazioni</i>	225
	ARTICOLO 5 – AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	227
	ARTICOLO 6 - GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E DI SCARICO E PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA	232
	ARTICOLO 7 - REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA.....	235
	ARTICOLO 8 – TUTELA DELLA QUALITÀ DEI SUOLI.....	237
	ARTICOLO 9 – MISURE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	237
	ARTICOLO 10 – NORME PER GLI AMBITI IN BONIFICA.....	239
	ARTICOLO 11 – NORME PER LA TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE.....	239

Allegati (su supporto informatico)

All. 1 – Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico – Foglio 139 Sez. III Bereguardo Ticino 03, Foglio 160 Sez. I Belgioioso Po31-Ticino 01, Foglio 160 Sez. IV Pavia Po 33 Ticino 02

All. 2 – Banca Dati Geologica Comunale (BDGC): Litostratigrafie dei pozzi – ALL. 1 (fonte dati: Comune di Pavia – Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio (L.R. 11/3/2005, N. 12 – D.G.R. 28/05/2008 N. 8/7374 – S.G.P. - 2013)

All. 3 – Documentazione relativa al nuovo depuratore in progetto (fonte dati: Pavia Acque)

All. 4 - Analisi delle acque di falda:

- 4a** determinazione dei parametri chimico-fisici
- 4b** determinazioni dei parametri batteriologici
- 4c** determinazione gascromatografica dei solventi clorurati
- 4d** determinazione dei diserbanti

All. 5 - Indagini geotecniche e sismiche di documentazione

5.1 – Indagini geotecniche e sismiche di nuova acquisizione (fonte dati: Comune di Pavia)

5.2 - Banca Dati Geologica Comunale (BDGC): Litostratigrafie dei sondaggi (fonte dati: Comune di Pavia – Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio – S.G.P. - 2013 – ALL. 2)

5.3 - Banca Dati Geologica Comunale (BDGC): Prove penetrometriche (fonte dati: Comune di Pavia – Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio – S.G.P. - 2013 – ALL. 3)

5.4 - Banca Dati Geologica Comunale (BDGC): Analisi geotecniche di laboratorio (fonte dati: Comune di Pavia – Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio – S.G.P. - 2013 – ALL. 4)

5.5 - Banca Dati Geologica Comunale (BDGC): Indagini a supporto del 2° livello di approfondimento sismico (fonte dati: Comune di Pavia – Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio – S.G.P. - 2013 – ALL. 5)

5.6 - Banca Dati Geologica Comunale (BDGC): Indagini georadar (fonte dati: Comune di Pavia – Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio – S.G.P. - 2013 – ALL. 6)

5.7 – Indagini sismiche integrative HVSR – Schede di acquisizione

5.8 – Indagini sismiche integrative HVSR – Risultati

5.9 - Calcolo dei valori di Fa

All. 6– Estratto dalle schede della Banca dati Suoli LOSAN di Ersaf – Regione Lombardia

All. 7 – Situazione aree di bonifica – dicembre 2020 (fonte dati: Comune di Pavia)

All. 8 – Ubicazione dei pozzi ad uso potabile e zona di tutela assoluta – scala 1:2.000

All. 9 – Studio Idrogeotecnico srl - Valutazione delle condizioni di rischio idraulico del Fiume Ticino in comune di Pavia ai sensi dell'all. 4 della D.G.R. IX/2616/2011 e della D.G.R. X/6738/2017

All. 10 – Studio Idrogeotecnico srl, Studio Majone Ingegneri Associati - Valutazione Della Capacità Della Rete Aquedottistica - Relazione Tecnica – giugno 2018

Tavole

Tav. 1 Caratteri geologici – scala 1:10.000

Tav. 2 Caratteri idrogeologici– scala 1:10.000

Tav. 3 Sezioni idrogeologiche – scala 1:25.000

Tav. 4 Caratteri geologico-tecnici – scala 1:5.000

Tav. 5 Pericolosità sismica locale– scala 1:5.000

Tav. 6 Ubicazione delle indagini sismiche di riferimento – scala 1:10.000

Tav. 7 Carta delle VSeq – scala 1: 10.000

Tav. 8 Carta dei periodi fondamentali T0 e della profondità del bedrock sismico– scala 1: 10.000

Tav. 9 Carta dei fattori di amplificazione di calcolo Fac per le periodicità 0.1÷0.5 s e delle zone di superamento del fattore di soglia comunale Fas – scala 1:10.000

Tav. 10 Carta dei fattori di amplificazione di calcolo Fac per le periodicità 0.5÷1.5 s e delle zone di superamento del fattore di soglia comunale Fas – scala 1:10.000

Tav. 11 Carta dei fattori di amplificazione Fa per effetti topografici e delle zone di superamento del fattore di amplificazione ST – scala 1:10.000

Tav. 12 Carta dai valori di accelerazione massima al suolo amax – scala 1:10.000

Tav. 13 Carta della pericolosità da liquefazione – scala 1:10.000

-
- Tav. 14** Carta dei vincoli – scala 1:5.000
Tav. 15 Carta PAI - PGRA pericolosità- scala 1:5.000
Tav. 16 Carta PAI - PGRA rischio- scala 1:5.000
Tav. 17 Sintesi degli elementi conoscitivi – scala 1:5.000
Tav. 18 Fattibilità geologica – scala 1:5.000
Tav. 18 legenda Fattibilità geologica - legenda
Tav. 19 Fattibilità geologica – scala 1:10.000

PARTE PRIMA - RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1 PREMESSA

Il Comune di Pavia è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 33 del 15 luglio 2013 ed efficace dal 4 dicembre 2013 a seguito della pubblicazione dell'avviso di approvazione sul BURL Serie Avvisi e Concorsi n° 49. Il Piano di Governo del Territorio è stato oggetto di variante al Piano delle Regole e al Piano dei Servizi, approvata con deliberazione di Consiglio Comunale n. 22 del 16 maggio 2017 ed efficace dal 20 settembre 2017 a seguito della pubblicazione sul BURL Serie Avvisi e Concorsi n. 38.

Il PGT vigente è corredato dallo "Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (L.R. 11/03/2005, N.12; D.G.R. 28/05/2008, N.8/7374)" redatto da Servizi di Geo-Ingegneria e Progettazione S.r.l. - Dr. Geol. Fabrizio Finotelli - Dott. Ing. Giuseppe Barbero in data luglio 2010 – ottobre 2012.

Con deliberazione di Consiglio Comunale n. 22 del 28 giugno 2018 è stata prorogata la validità del Documento di Piano ai sensi dell'art. 5, comma 5, della Legge Regionale 28 novembre 2014, n. 31 ed è stato dato avvio al procedimento di formazione del nuovo Documento di Piano e della relativa Valutazione Ambientale Strategica.

L'avvio della Variante ha comportato la necessità di effettuare l'aggiornamento e l'integrazione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.

In particolare, l'aggiornamento ha come riferimento i criteri ed indirizzi approvati con d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "*Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12», approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*".

Parallelamente all'aggiornamento della componente geologica, è stato condotto lo studio idraulico bidimensionale del Fiume Ticino, in riferimento all'approvazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) e sua delibera attuativa D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 "*Disposizione regionali concernenti l'attuazione del Piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del F. Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po*".

Le attività di aggiornamento hanno comportato una prima fase di analisi che si è attuata tramite:

- aggiornamento del quadro delle conoscenze contenute nelle cartografie del precedente studio geologico per quanto riguarda i tematismi della geologia, idrografia, idrogeologia, vulnerabilità, caratteri geologico-tecnici, determinato, oltre che dall'acquisizione del nuovo database topografico, dalla sistematica raccolta di dati ed informazioni presso Enti di competenza (Regione Lombardia, Provincia di Pavia, Pavia Acque, Settore Urbanistica, Edilizia e ambiente comunale, etc.) inerenti le varie tematiche ambientali;
- aggiornamento della componente sismica basato sulle indagini geognostiche disponibili e sui risultati di indagini sismiche integrative, consistite in un'estesa campagna di rilievo dei microtremori con tecnica HVSR, attraverso l'esecuzione di circa

75 verticali di indagine. Sulla base delle risultanze delle indagini geofisiche e dei dati stratigrafici di sottosuolo, l'aggiornamento della componente sismica, redatto in conformità agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile – 2008), ha comportato la revisione della Carta di Pericolosità Sismica Locale di I livello, con approfondimenti di II livello vigente, e la redazione delle Carte di Microzonazione Sismica di II livello, estese all'intero territorio comunale.

- adeguamento al Piano di Gestione del Rischio di Alluvione approvato con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po attraverso l'effettuazione di uno studio di compatibilità idraulica ai sensi dell'Allegato 4 alla D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e finalizzato al recepimento della zonazione della pericolosità/rischio idraulico del F. Ticino.

La fase di analisi ha, pertanto, condotto all'aggiornamento del quadro delle conoscenze contenute nelle cartografie/relazione del precedente studio geologico per quanto riguarda i tematismi della idrogeologia, vulnerabilità, caratteri geologico-tecnici, pericolosità sismica locale, quadro dei vincoli, carta PAI-PGRA.

Le successive fasi di sintesi/valutazione e di proposta hanno comportato l'aggiornamento della Carta di Sintesi e della carta di Fattibilità geologica delle azioni di piano, unitamente alla revisione delle relative Norme Geologiche di Piano contenenti specifiche limitazioni, norme d'uso e prescrizioni da adottare in fase progettuale.

Il presente documento costituisce lo studio geologico completo, da inserire integralmente nel Documento di Piano della Variante di Aggiornamento del Piano di Governo del Territorio ai sensi dell'art. 8 comma 1, lettera c) della l.r. 12/05 e nel Piano delle Regole (art. 10, comma 1, lettera d) per le parti relative alla sintesi e fattibilità geologica.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

In fase propedeutica all'elaborazione/aggiornamento delle cartografie di analisi, al fine di una approfondita conoscenza del territorio di Pavia, si è proceduto ad una raccolta di dati e di documentazione esistenti presso:

- gli archivi comunali;
- Provincia di Pavia;
- Regione Lombardia - Geoportale;
- Pavia Acque - Servizio Idrico Integrato;
- ERSAF Ente Regionale per i servizi all'Agricoltura e alle foreste;
- Aziende private;
- Università Statale di Milano;
- Banca dati dello Studio Idrogeotecnico.

E' stato, inoltre, verificato in riferimento al territorio di Pavia, l'"Aggiornamento dell'Allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con d.g.r. 30 novembre 2011, n. 2616" approvato con d.g.r. 9 settembre 2019, n. XI/2120 e contenente "Studi e dati geografici di riferimento per la redazione e l'aggiornamento della componente geologica dei PGT".

2.1 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE

La consultazione del Geoportale/SIT – Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia ha permesso di raccogliere alcune informazioni relative al territorio di Pavia per quello che riguarda le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche ed idrologiche del territorio. La raccolta dei dati è avvenuta tramite il Servizio di Download di Dati Geografici della Regione Lombardia.

Il tematismo della geologia deriva dal canale "Basi Ambientali della Pianura" ed è di seguito illustrato (Figura 2.1).

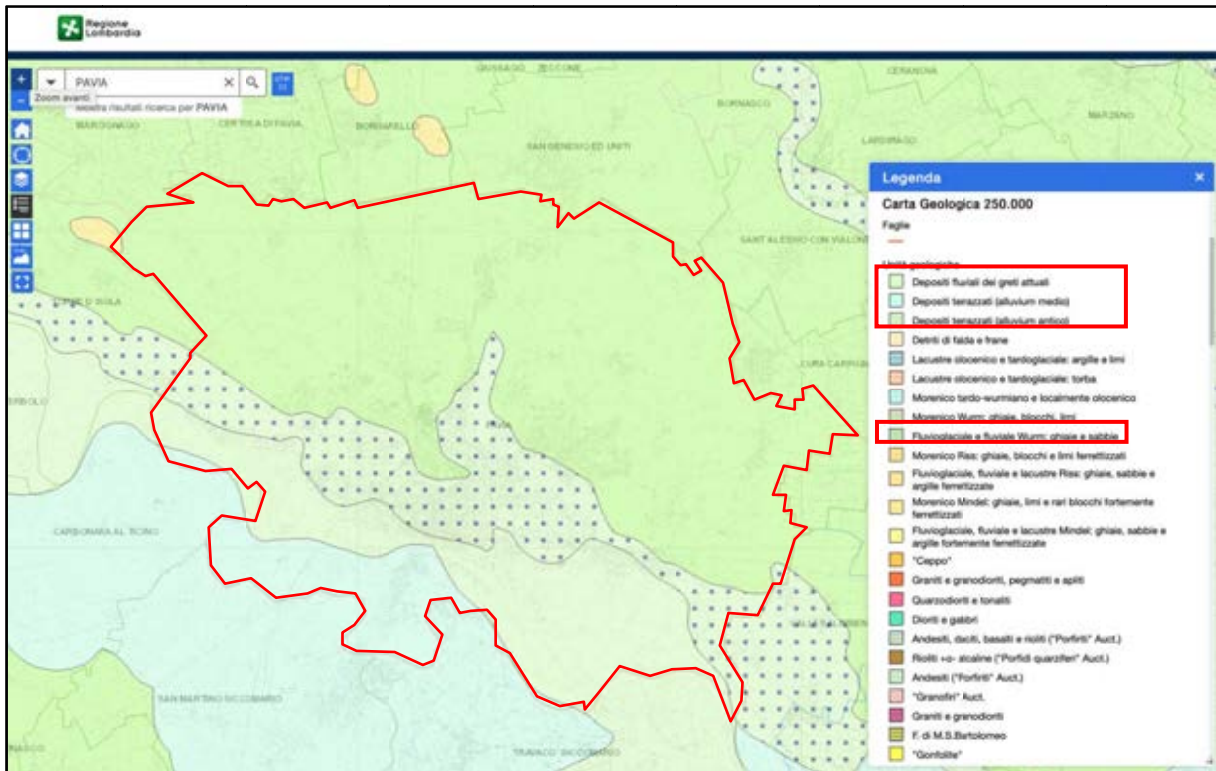
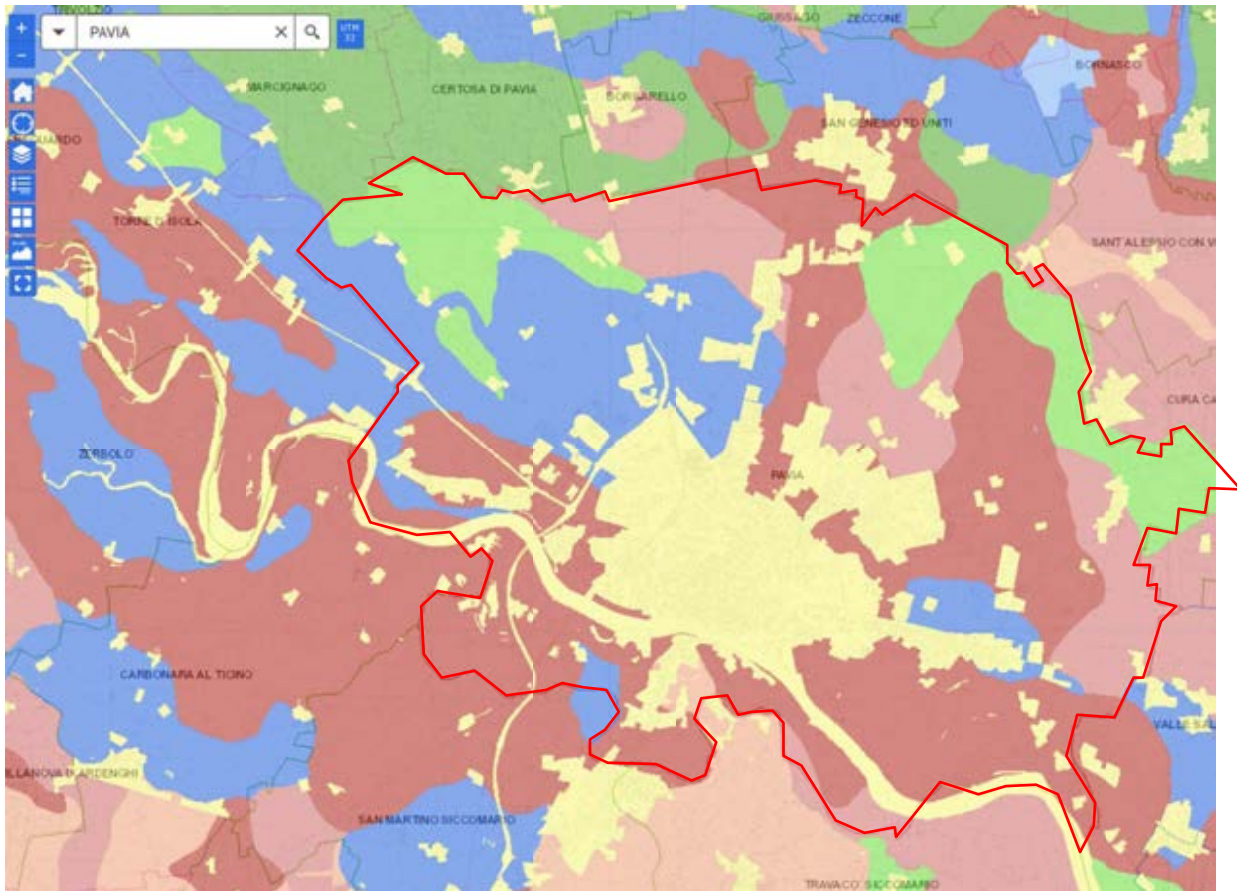


Figura 2.1 – Mappa tematica della geologia in scala 1:250.000

Secondo tale cartografia, il territorio comunale di Pavia è caratterizzato dalla presenza di depositi fluvioglaciali e fluviali del Würm, costituiti da ghiaie e sabbie, da depositi terrazzati dell'Alluvium medio e Alluvium antico e da depositi fluviali dei greti attuali, comprendenti ghiaie, sabbie e limi.

Il tematismo della litologia è rappresentato da areali che derivano dall'interpretazione delle caratteristiche litologiche del substrato pedologico, rilevato durante la realizzazione della carta dei suoli lombardi (progetto realizzato dall'Ente regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia – ERSAL). I dati dei profili pedologici effettuati durante il rilevamento sono stati rielaborati per definire le unità cartografiche della litologia di superficie (Figura 2.2).

Dal punto di vista litologico, i depositi presenti sono costituiti da ghiaie con sabbie, sabbie limose e limi.








	G1WS N 2 Ghiaie ben gradate con sabbia
	G1PS N 1- G1PS N 2 Ghiaie poco gradate con sabbia
	S1P N 2 – Sabbie poco gradate
	S1PG N 1 - S1PG N 2 - S1PG N 3 Sabbie poco gradate con ghiaia
	S2PL C 3 Sabbie poco gradate con limo
	S3L N 3 Sabbie limose
	L4S P 3 Limi con sabbia
	No soil

Figura 2.2 – Mappa tematica della litologia

La carta pedologica (1:50.000) del territorio di Pavia, derivante dal canale "Basi informative dei suoli" mostra la seguente classificazione dal punto di vista dei pedopaesaggi (cfr. Figura 2.3).

UN_DI_PAESAGGIO LS3 

DESC_UN_PAESAGGIO Aree morfologicamente depresse rispetto al piano di base, al quale sono raccordate a volte mediante lievi scarpate; comprendono:
- depressioni chiuse di forma subcircolare a drenaggio mediocre o lento, con problemi di smaltimento esterno delle acque, talora con evidenze di fossi scolanti e baulature dei campi;
- paleoalvei (talvolta sovradimensionati rispetto all'attività dei corsi d'acqua attuali). Individuano superfici situate a quota minore rispetto al piano di base

SOTTOSIST_UDC LS

DESCR_SOTT_UDC Settore distale della piana proglaciale, inciso da un reticolo idrografico permanente di tipo meandriforme. Presenta superfici stabili, costituite da sedimenti di origine fluviale a granulometria medio-fine. Costituisce il tratto più meridionale della piana würmiana, detta anche bassa pianura sabbiosa

UN_DI_PAESAGGIO VN1 

DESC_UN_PAESAGGIO Terrazzi fluviali a morfologia pianeggiante o ondulata, delimitati da scarpate, talvolta lievemente incisi da conche e paleoalvei. Rispetto al corso d'acqua attuale occupano posizioni la cui altimetria è proporzionale all'età; generalmente non mostrano consistenti problemi di idromorfia ma il loro drenaggio naturale può essere condizionato, nei terrazzi bassi o intermedi, dal deflusso di acque provenienti da superfici più rilevate. Comprendono le superfici di raccordo al sovrastante LFdP e alla sottostante piana inondabile e le scarpate di terrazzi, sovente modellate dall'intervento antropico.

SOTTOSIST_UDC VN

DESCR_SOTT_UDC Superfici terrazzate delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane fluviali attuali. Testimoniano antiche piane fluviali riconducibili a precedenti cicli di erosione e sedimentazione.

UN_DI_PAESAGGIO VI6 – VI4 

DESC_UN_PAESAGGIO Superfici a morfologia pianeggiante, situate alla stessa quota del corso d'acqua o poco in rilievo, inondabili durante le piene di maggiore consistenza (r.i. assente o lieve). Sono presenti nel tratto medio-superiore dei corsi d'acqua e nelle piane montane, in posizione intermedia fra la piana fluviale terrazzata e le aree più inondabili limitrofe ai corsi d'acqua.

Superfici adiacenti ai corsi d'acqua, inondabili durante gli eventi di piena ordinaria a meno di protezioni (argini) artificiali. Comprendono il letto di piena dei corsi d'acqua a canali intrecciati ed intravallivi,

isole fluviali ed aree golenali.

SOTTOSIST_UDC	VI
DESCR_SOTT_UDC	Piane fluviali a dinamica prevalentemente deposizionale, in parte inondabili, costituite da sedimenti recenti o attuali

Il tematismo della geomorfologia nasce come rielaborazione e riorganizzazione in chiave morfologica delle informazioni raccolte per la realizzazione della "Carta Pedologica" dell'ERSAL. I dati puntuali riportati nella Figura 2.4, corredata di legenda interpretativa, si riferiscono ad elementi acquisiti da fotointerpretazione del volo regionale del 1994, integrata con le informazioni derivanti dal rilevamento di campagna.

Il comune di Pavia rientra nei Sotto Ambiti della Bassa Pianura a meandri, dei terrazzi fluviali e della pianura alluvionale recente e attuale.

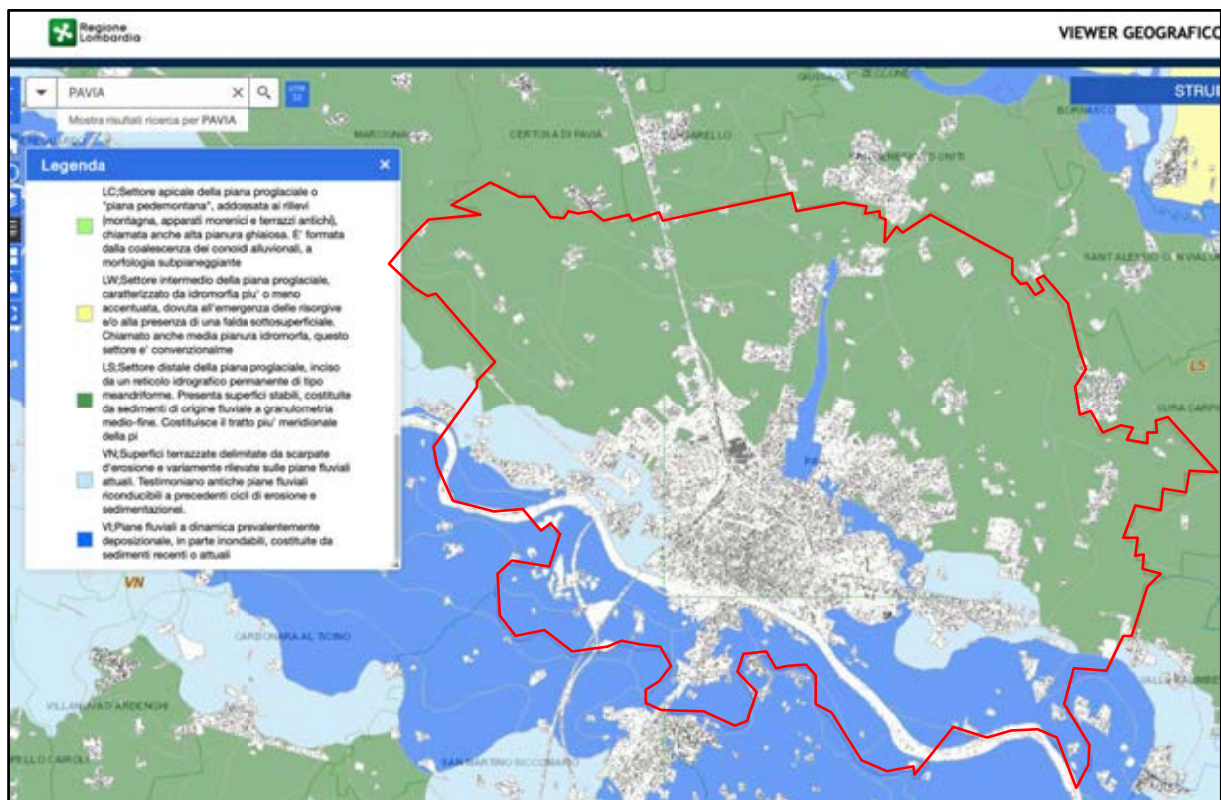


Figura 2.3 – Mappa tematica della pedologia

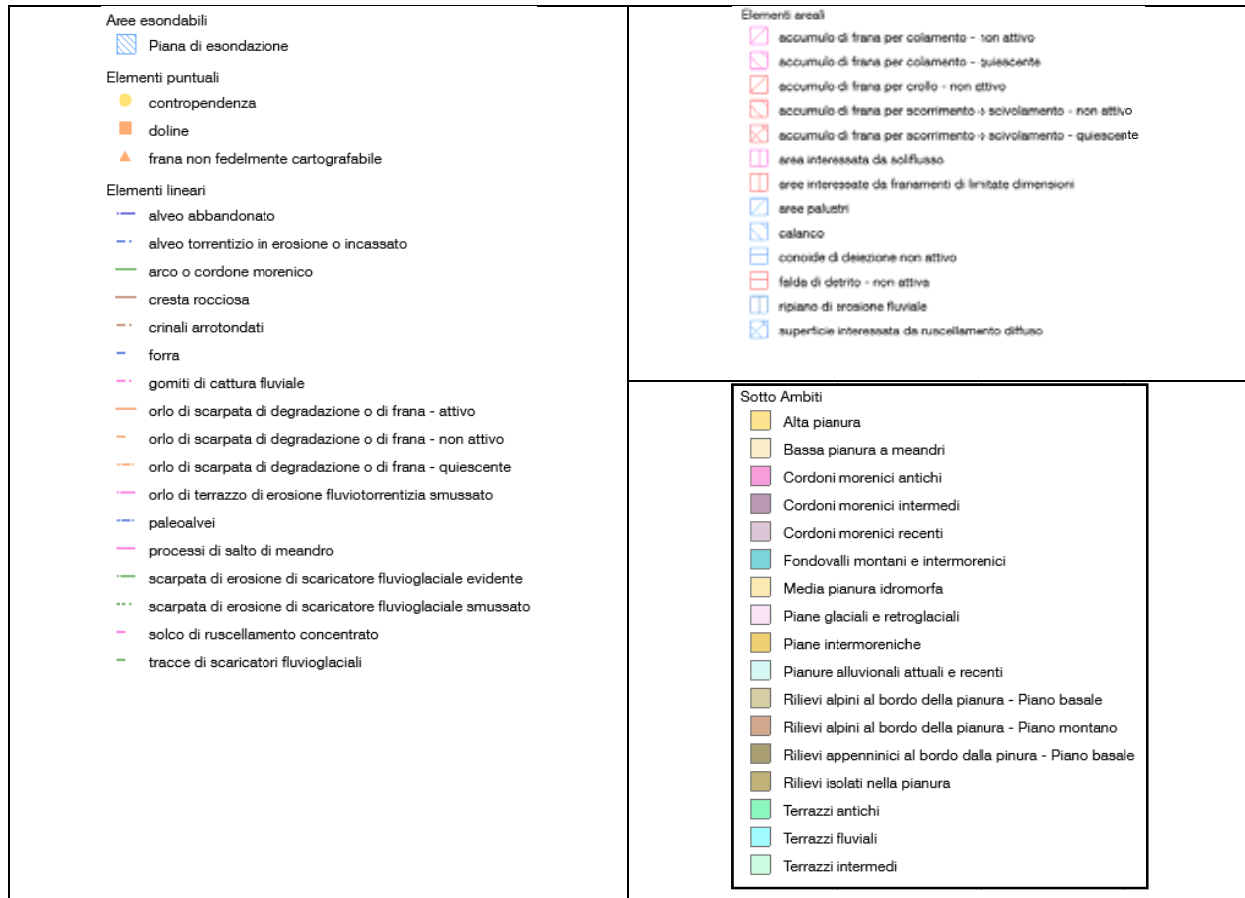


Figura 2.4 – Mappa tematica della geomorfologia

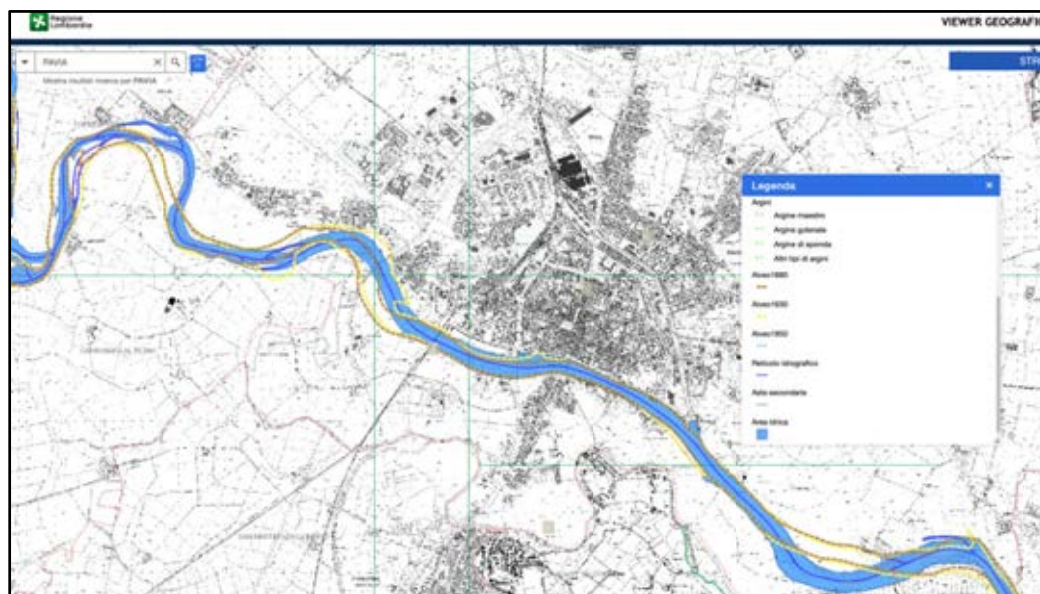


Figura 2.5 – Mappa tematica dell'idrologia

In Figura 2.5 è riportato uno stralcio della base ambientale della Pianura relativa all'idrologia, in cui è possibile osservare il percorso del fiume Ticino e delle sue variazioni nel corso del tempo.

In Figura 2.6 sono visibili le aree interessate dalle esondazioni storiche del fiume Ticino che hanno coinvolto porzioni estese del territorio comunale, verificatesi nel 2000 (fonte: Parco del Ticino, rilievo aereo) e il 26-27 settembre 1947 (perimetrazione Provincia di Milano).

Per quanto riguarda le attività di sfruttamento del suolo, in Figura 2.7 sono visibili:

- le aree di spandimento (due aree, una a nord e l'altra a sud-est del territorio comunale);
- i siti contaminati di cui uno con bonifica in atto e classificato in classe A - Siti che presentano un rischio ambientale e sanitario tale da far ritenere prioritario un intervento di bonifica (fonte dati: Lombardia Risorse 1990-91) e altri non classificati.

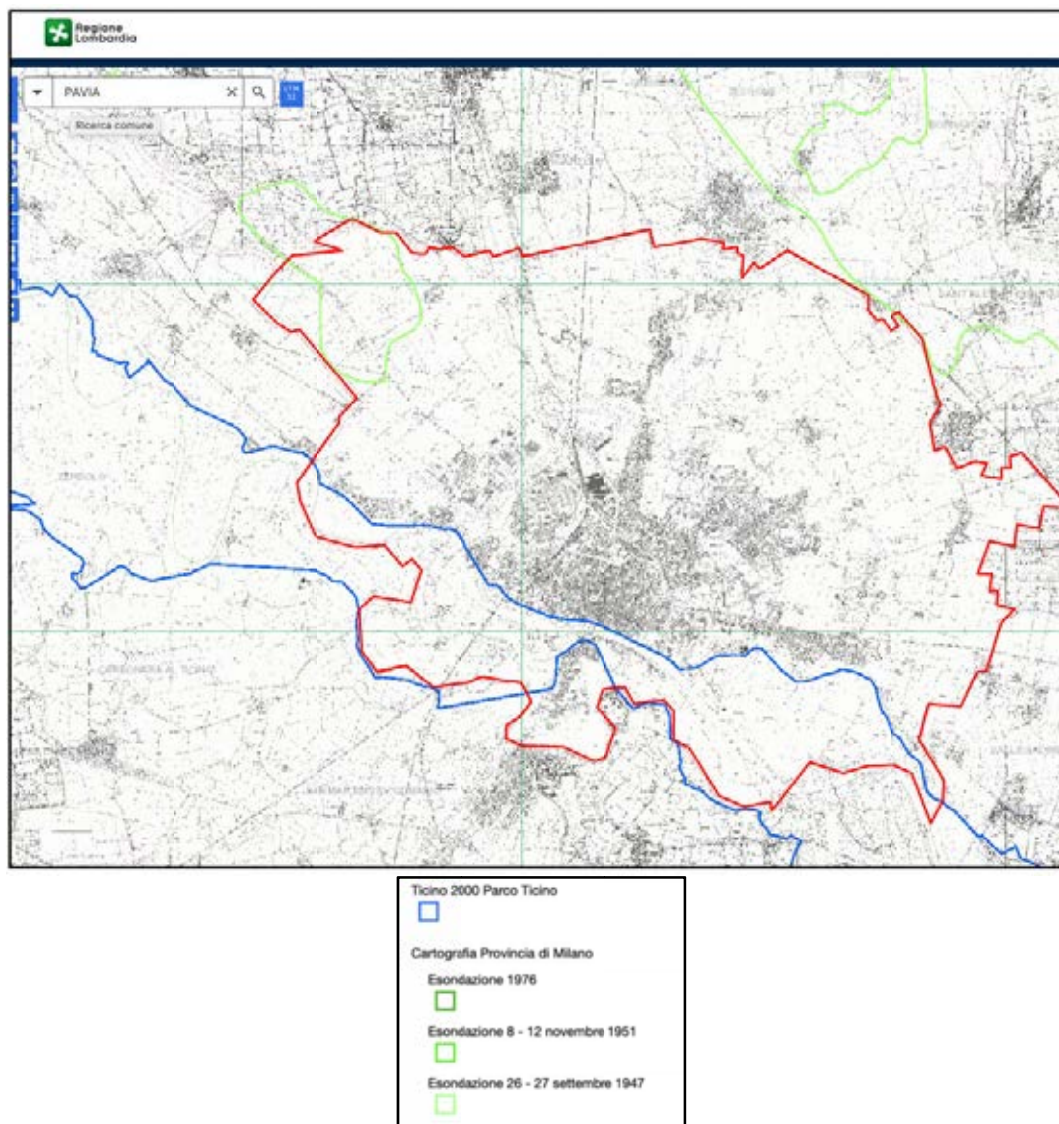


Figura 2.6 – Mappa delle esondazioni storiche tra Ticino ed Adda

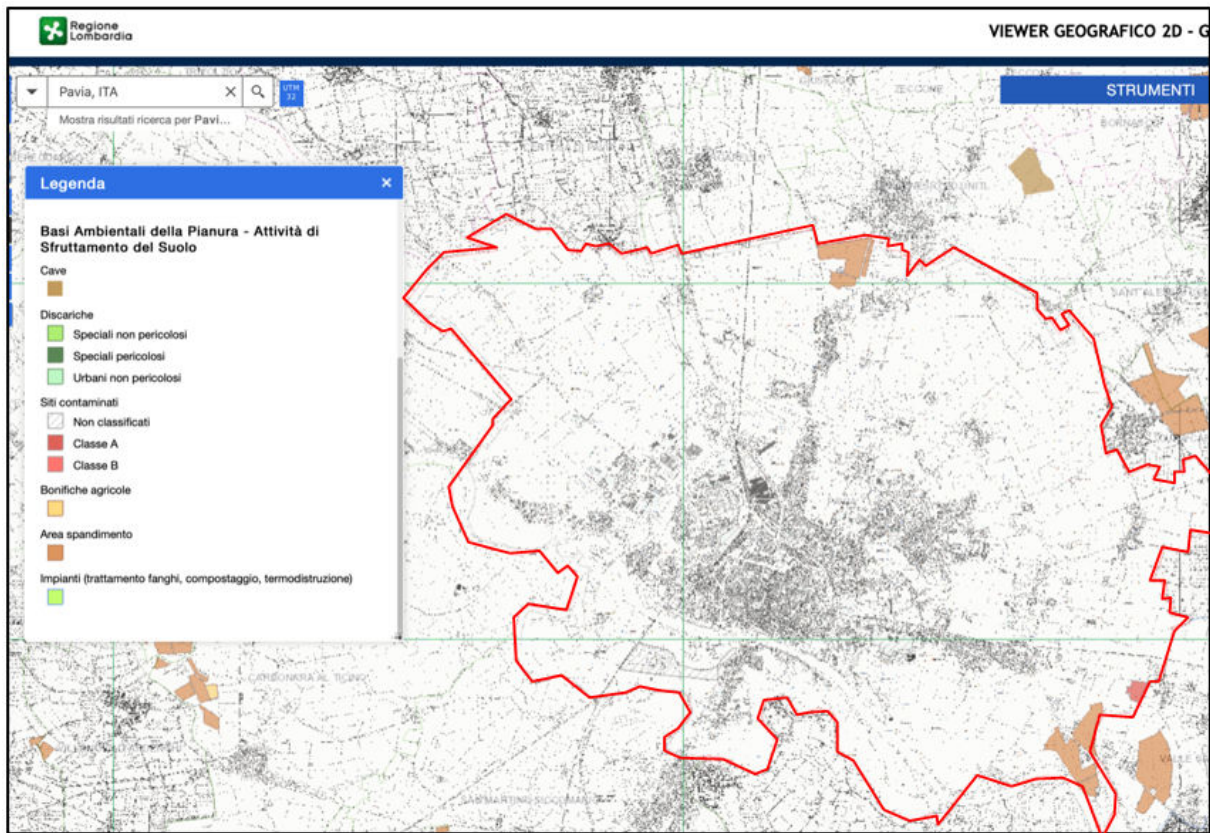


Figura 2.7 – Mappa delle Attività di sfruttamento del suolo

Nella cartografia specifica del Catasto cave, risultano individuati numerosi ambiti di cave cessate, come mostrato nelle immagini sottostanti (Figura 2.8).

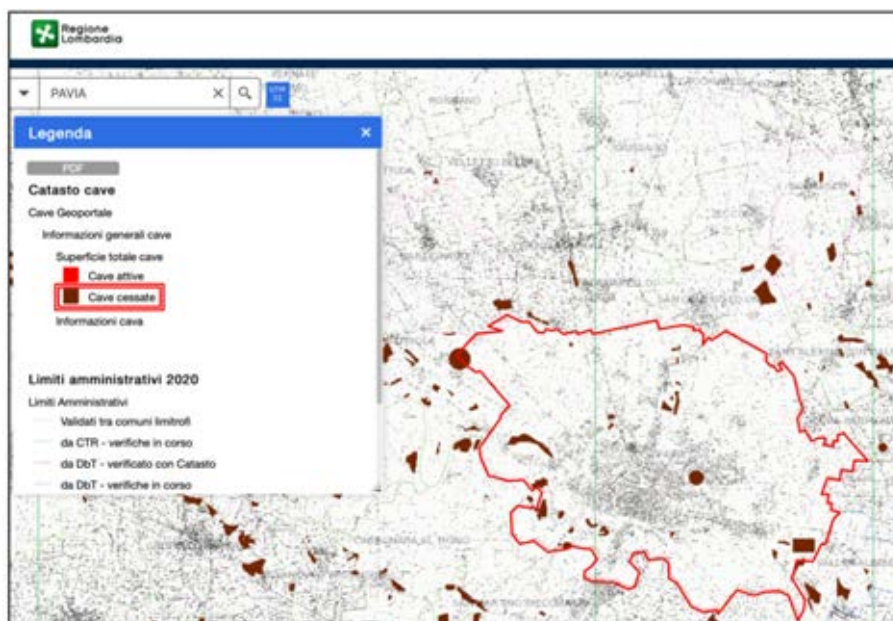


Figura 2.8 – Catasto cave

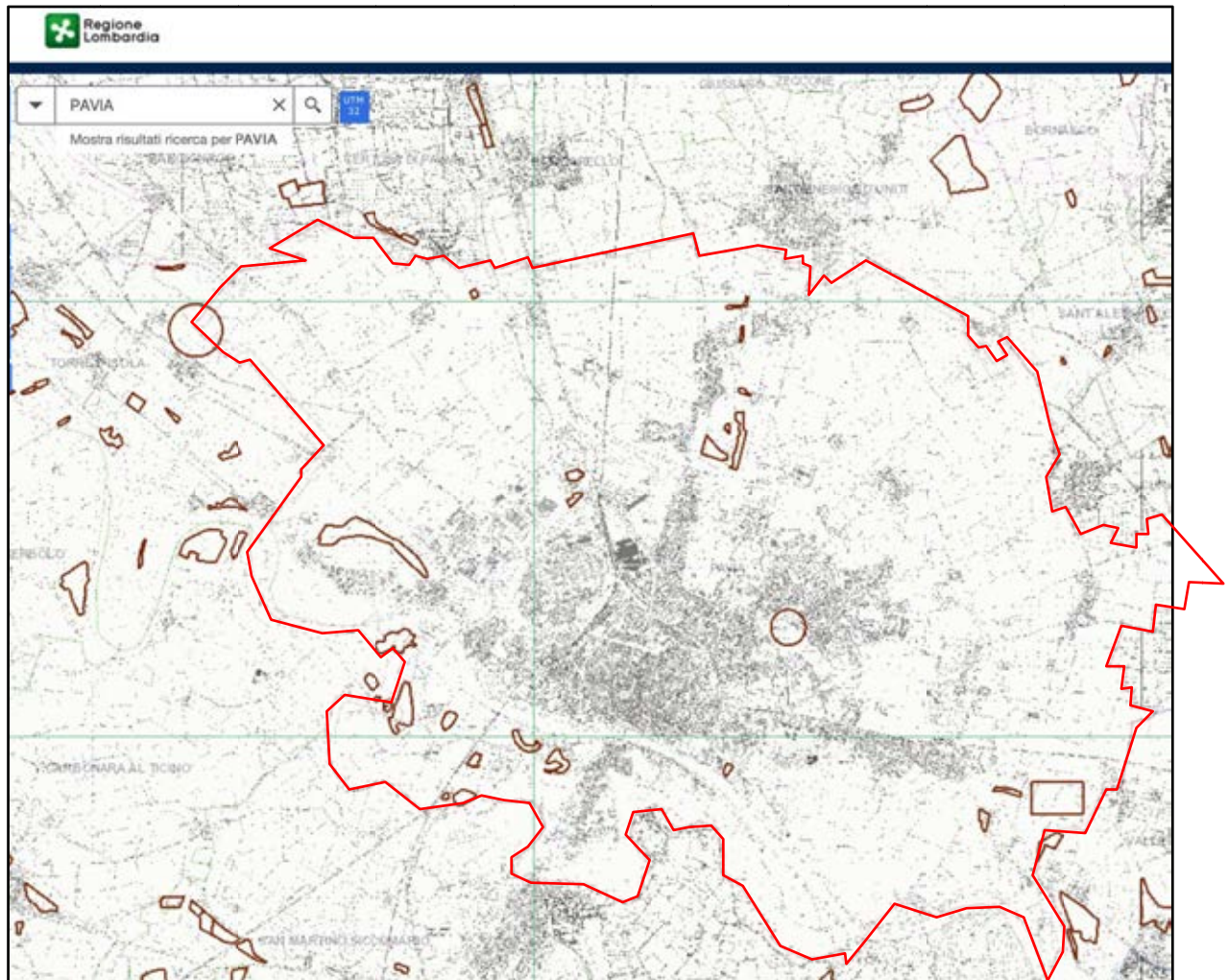


Figura 2.9 – Catasto cave - dettaglio

Infine, nella seguente figura si riporta il mosaico della fattibilità geologica della precedente edizione della componente geologica, idrogeologica e sismica, desunta dal canale "Studi Geologici Comunali".

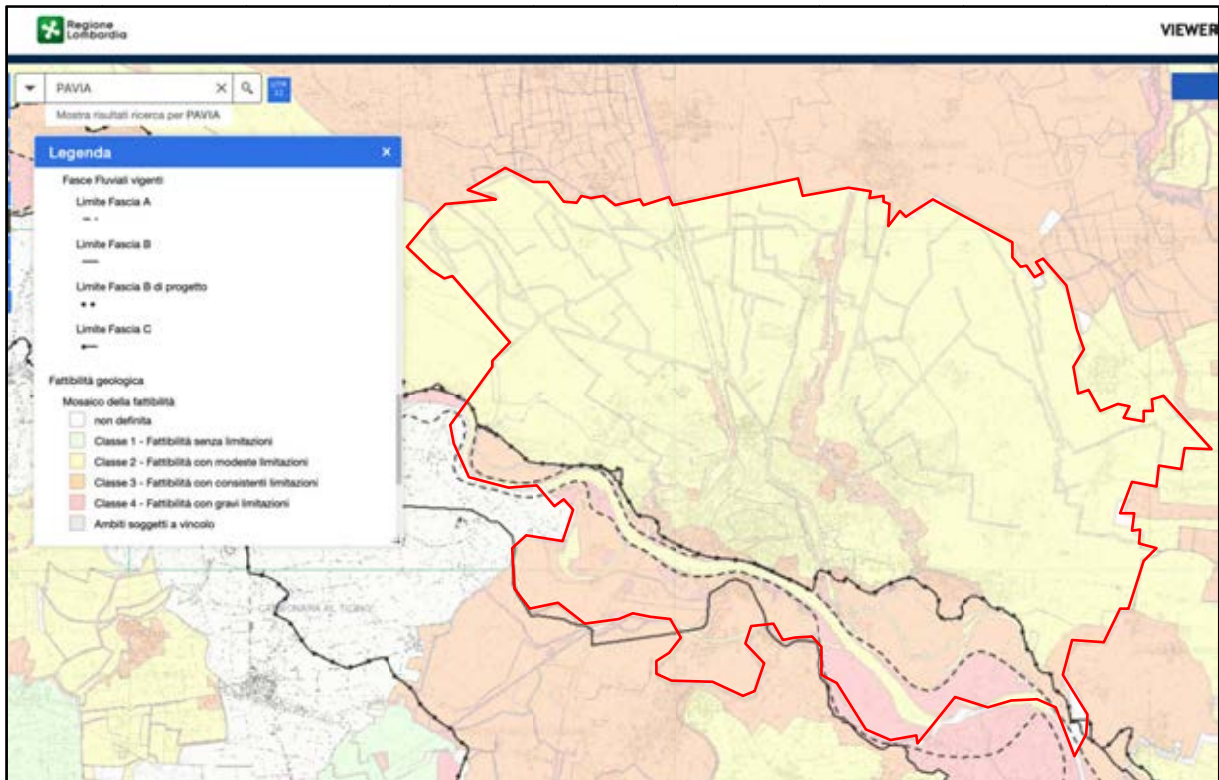


Figura 2.10 – Mosaico fattibilità geologica

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

La ricerca di elementi conoscitivi relativi al territorio di Pavia si è basata non solo sulla consultazione online delle banche dati messe a disposizione dalla Regione Lombardia, ma anche sull'analisi e il confronto con la documentazione relativa agli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale su scala sovracomunale.

Si è, quindi, proceduto all'esame dei seguenti documenti:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).
- Piano Territoriale Regionale (PTR);
- Programma di tutela e uso delle acque (PTUA e PTUA 2016);
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Provincia di Pavia (PTCP).

3.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po, redatto dall'Autorità di bacino del F. Po ai sensi della legge 18 maggio 1989 n. 183, art. 17 comma 6-ter, è stato approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001; con la pubblicazione del D.P.C.M. di approvazione sulla G.U. n. 183 del 8 agosto 2001 il Piano è entrato definitivamente in vigore e dispiega integralmente i suoi effetti normativi.

Il P.A.I. persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico.

Il PAI comprende:

- a una cartografia del dissesto che individua le aree soggette ad instabilità dei versanti, fenomeni valanghivi e dissesti della rete idrografica minore;
- b una cartografia con la delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale, che individua le aree soggette a diversi gradi di pericolosità;
- c l'insieme delle norme che disciplinano l'utilizzo del territorio e che in particolare forniscono indirizzi alla pianificazione urbanistica nelle aree in dissesto e soggette a rischio idraulico;
- d i criteri generali per la progettazione e la gestione delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti, nonché i criteri per la gestione del reticolo idrografico artificiale in relazione a quello naturale.

Più in particolare la normativa del PAI disciplina:

- le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto della rete idrografica e dei versanti (Titolo I);
- l'assetto delle fasce fluviali e i corsi d'acqua principali di pianura e di fondovalle (Titolo II);
- le derivazioni di acque pubbliche in attuazione dell'articolo 8, comma 3, della legge 2 maggio 1990, n. 102 (Titolo III);
- le azioni e le norme d'uso riguardanti le aree a rischio idrogeologico molto elevato (Titolo IV).

Il PAI "...persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico, attraverso il

ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi' (art. 1, comma 3 delle Norme di Attuazione).

L'approvazione del PAI da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ha prodotto disposizioni immediatamente vincolanti, sia a livello delle fasce fluviali (applicazione da subito dell'art. 1, commi 5,6, art. 29, comma 2, art. 30, comma 2, art. 32 commi 3 e 4, art. 38, art. 38bis, art. 39 commi 1,2,3,4,5,6, art. 41) che a livello delle aree in dissesto cartografate in rosso e verde nell'Elaborato n. 2 del PAI (applicazione da subito dell'Art. 9 delle Nda del PAI). Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono disciplinate dal Titolo IV delle Nda del PAI.

Di seguito si richiamano i principali disposti riguardanti il raccordo tra PGT e PAI.

3.1.1 FASCE FLUVIALI

Per i corsi d'acqua principali di pianura e fondovalle sono definite fasce di pertinenza fluviale che individuano le aree soggette a diversi gradi di pericolosità.

Per ognuna delle fasce sono definite specifiche norme di uso del suolo e specifici divieti.

- la fascia A, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, cui corrisponde una portata di calcolo pari a quella di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni e ridotta del 20%. Più precisamente risulta la porzione d'alveo nella quale defluisce l'80% della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, con la verifica che le portate esterne a tale porzione di alveo abbiano una velocità di deflusso non superiore a $0,4 \text{ m s}^{-1}$
- la fascia B, che delimita la porzione di alveo nella quale scorre la portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni; i limiti spesso coincidono con quelli di fascia A, in particolare quando la presenza di arginature e rifacimenti spondali determinano una variazione della conformazione originaria della geometria e della morfologia dell'alveo.
- Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta.
- la fascia C che delimita una parte di territorio che può essere interessata da eventi di piena straordinari, tanto che le portate di riferimento risultano quella massima storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure quella relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Fermo il carattere immediatamente vincolante delle prescrizioni di cui all'Art. 27, comma 1 delle Nda del PAI, ogni comune ha avuto, entro 9 mesi dalla pubblicazione del PAI, l'obbligo di adeguare il proprio strumento urbanistico alle disposizioni del PAI stesso, con le modalità di cui alla D.G.R. n. 7/7365/2001 (punto 4.3 della D.G.R. sopracitata); ad oggi i comuni nei cui territori ricadono aree classificate come fasce fluviali A, B, B di progetto e C sono tenuti a recepire le medesime nel proprio PGT nei modi indicati dalla D.G.R. 8/7374/2008 ed in particolare:

- Tracciamento delle fasce fluviali nella carta dei vincoli alla scala dello strumento urbanistico comunale;
- Recepimento nelle Norme Tecniche di Attuazione delle norme del PAI riguardanti le fasce fluviali, con particolare riguardo a quanto stabilito dall'articolo 1, commi 5 e 6; articolo 29, comma 2; articolo 30, comma 2, articolo 31; articolo 32, commi 3 e 4; articolo 38; articolo 38bis; articolo 39, commi dall'1 al 6; articolo 41. Si fa presente a tal proposito che, per in territori ricadenti nelle fasce A e B, tali norme sono divenute vincolanti alla data di approvazione del PAI. Nelle aree ricadenti in fascia C, l'art. 31 delle NdA del PAI demanda agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica la definizione della normativa d'uso del suolo (attività consentite, limiti e divieti);
- Valutazione delle condizioni di rischio nelle aree classificate come "limite di progetto tra le fasce B e C", ai sensi dell'art. 31 comma 5 delle NdA del PAI. Tale valutazione deve essere effettuata secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 alla D.G.R. 8/7374/08, e riguardare tutta l'area così classificata; non sono ammessi studi riguardanti singoli ambiti di trasformazione. Attraverso tali valutazioni i Comuni devono definire gli usi compatibili con le differenti condizioni di rischio individuate. I comuni nei quali ricadono tali aree sono tenuti ad applicare, anche parzialmente fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle norme relative alla fascia B;
- ai sensi dell'art. 39 comma 2 delle NdA del PAI, qualora all'interno dei centri edificati comunali ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B, l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, se necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

In Allegato 1 si riportano le tavole delle fasce fluviali del Fiume Ticino relative al territorio di Pavia scaricate dal sito dell'Autorità di bacino del F. Po.

Tali fasce fluviali sono state rappresentate nella tavola dei vincoli (Tav. 14) e nelle tavole PAI-PGRA (Tavv. 15-16) del presente studio.

3.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, nella seduta del 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 4 e relativo allegato, ha adottato il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) nel bacino del Fiume Po. Il Piano è stato approvato con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016.

Ai sensi dell'articolo 10 della deliberazione n. 5 del 2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, ogni qualvolta si renda necessario e previo parere favorevole della Conferenza Operativa, il Segretario Generale approva con proprio decreto le modifiche cartografiche alle perimetrazioni delle aree allagabili del PGRA, in relazione al variare della situazione morfologica, ecologica e territoriale dei luoghi e all'approfondimento degli studi conoscitivi e di monitoraggio, nonché in relazione allo stato di avanzamento delle opere programmate.

Attraverso tale procedura, nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 è stato esaminato il primo aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del PGRA. In data 16 marzo 2020 sono stati pubblicati gli atti della Conferenza

Istituzionale Permanente (Deliberazioni n.7 e 8 del 20 dicembre 2019) e le mappe delle aree allagabili, ai sensi di quanto disposto in dette Deliberazioni.

L'aggiornamento delle mappe – Revisione 2019 - riguarda: le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI, le mappe di rischio (R1, R2, R3, R4) complessive, ai sensi del D.Lgs n. 49/2010, le mappe di pericolosità e rischio (aree allagabili, tiranti, velocità, elementi esposti) nelle APSFR, che saranno oggetto di reporting alla Commissione UE.

Dalla data di pubblicazione, nelle aree interessate da alluvioni individuate ex novo nelle mappe pubblicate trovano applicazione le misure temporanee di salvaguardia di cui agli artt. 6 e 7 della Deliberazione CIP n.8/2019.

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni, predisposto per il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, è lo strumento operativo previsto dal d.lgs. 49/2010, in attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

Il PGRA-Po è stato predisposto dalle amministrazioni competenti per la difesa del suolo e la protezione civile nel Distretto Padano, in coordinamento tra loro e con gli enti sovra regionali competenti per le due materie. Per il Distretto Padano gli autori sono: l'Autorità di Bacino del Po, le Regioni Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, la Provincia Autonoma di Trento e il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

Il PGRA-Po contiene in sintesi:

- la mappatura delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, classificate in base alla pericolosità (aree allagabili) e al rischio, con particolare riferimento alle situazioni a maggiore criticità;
- il quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni;
- le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi.

Le **mappe di pericolosità** evidenziano le aree potenzialmente interessate da eventi alluvionali secondo gli scenari di **bassa probabilità (P1** - alluvioni rare con T=500 anni), di **media probabilità (P2** - alluvioni poco frequenti T=100-200 anni) e **alta probabilità (P3** - alluvioni frequenti T=20-50 anni), distinte con tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento.

Le mappe identificano ambiti territoriali omogenei distinti in relazione alle caratteristiche e all'importanza del reticolo idrografico e alla tipologia e gravità dei processi di alluvioni prevalenti ad esso associati, secondo la seguente classificazione:

- Reticolo idrografico principale (**RP**);
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (**RSCM**);
- Reticolo idrografico secondario di pianura (**RSP**);
- Aree costiere lacuali (**ACL**).

Le **mappe del rischio** segnalano la presenza nelle aree allagabili di elementi potenzialmente esposti (popolazione, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) e il corrispondente **livello di rischio**, distinto in 4 classi, rappresentate mediante colori:

giallo (R1-Rischio moderato o nullo), arancione (R2-Rischio medio), rosso (R3-Rischio elevato), viola (R4-Rischio molto elevato).

Dal punto di vista normativo, con deliberazione n. 5/2015 del 17 dicembre 2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del F. Po ha adottato il Progetto di Variante alle Norme di Attuazione del PAI e del PAI Delta, introducendo il Titolo V, recante "*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)*".

La Variante, adottata dal comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po il 17 dicembre 2016 e approvata con decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 22 febbraio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 120, Serie Generale, del 25 maggio 2018, si articola come segue:

PARTE PRIMA: introduzione del Titolo V delle NA del PAI, recante "*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)*";

PARTE SECONDA: introduzione della Parte III delle NA del PAI Delta, recante "*Norme in materia di coordinamento tra il PAI Delta e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)*".

Di seguito si richiamano sinteticamente alcuni articoli desunti dall'Allegato 1 alla sopracitata Deliberazione C.I. n. 5 del 7 dicembre 2016 (nuovo Titolo V), significativi dal punto di vista urbanistico.

- l'art. 57, comma 1 sancisce che le mappe di pericolosità e rischio contenute nel PGRA costituiscono integrazione del quadro conoscitivo del PAI;
- art. 57, comma 3 sancisce che le suddette Mappe PGRA costituiscono quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI con riguardo, in particolare, all'Elaborato n. 2 (Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo), all'Elaborato n. 3 (Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico) nonché per la delimitazione delle Fasce fluviali di cui alle Tavole cartografiche del PSFF en dell'Elaborato 8 del Piano;
- l'art. 58, comma 1 e 2 demanda alle Regioni, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D.Lgs. n. 152/2006, l'emanazione, entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore del presente Titolo V, di disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico (integrative rispetto a quelle già assunte con DGR VII/7365/2001, ora sostituita dalla vigente DGR IX/2616/2011) coordinate con quelle assunte in materia di Protezione civile ai sensi della legge 12 luglio 2012, n. 100;
- l'art. 59 innesca, ove necessario, una nuova fase di adeguamento degli strumenti urbanistici, una valutazione dettagliata delle condizioni di rischio all'interno dei centri edificati che si trovano a ricadere entro le aree allagabili e, conseguentemente, una fase di verifica e eventuale aggiornamento della pianificazione di emergenza.

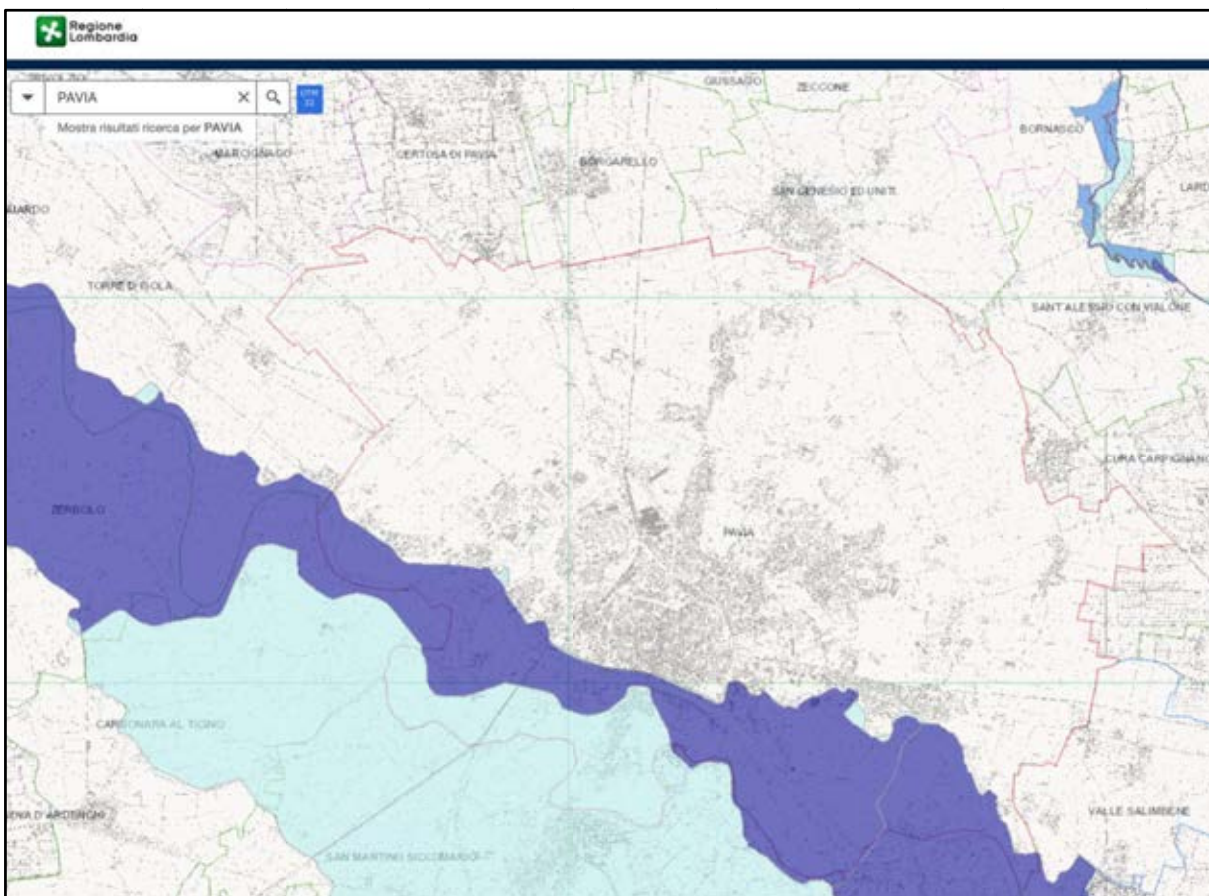
Relazioni con il territorio comunale

Le immagini sottostanti, estrapolate dal Servizio di Mappa Direttiva Alluvioni 2007/60/CE-Revisione 2019 del Geoportale della Regione Lombardia, riportano la mappatura della **pericolosità e del rischio** del PGRA in territorio di Pavia.

Dal punto di vista della **pericolosità**, il territorio di Pavia è interessato da:

- **Aree allagabili per il "Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)"** classificate in (cfr. Figura 3.1):
 - P3 (scenario H in cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (TR 20-50 anni);
 - P2 (scenario M in cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (TR 100-200 anni) – coincidente con lo scenario H;
 - P1 (scenario L in cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (TR fino a 500 anni).

Tali scenari interessano l'ambito del fiume Ticino (Figura 3.1).



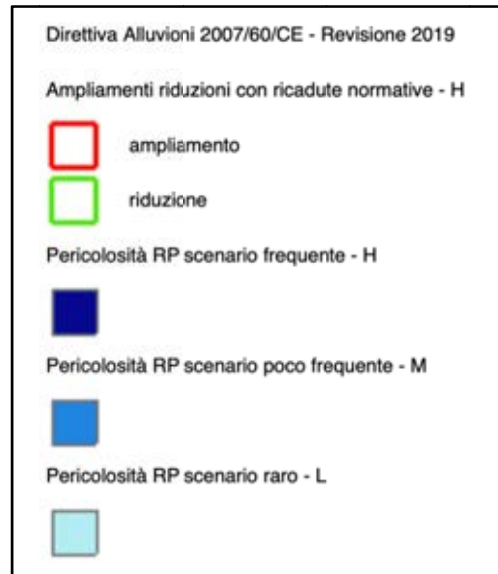


Figura 3.1 – Mappa della pericolosità - Direttiva Alluvioni - Ambito RP

- **Aree allagabili per il "Reticolo secondario di pianura (RSP)"** classificate in (cfr. Figura 3.2):
 - P3 (scenario H in cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (TR 20-50 anni);
 - P2 (scenario M in cartografia) o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (TR 100-200 anni).

Nel caso specifico di Pavia, l'ambito di riferimento si riferisce al reticolo consortile Lomellina-Oltrepò (Comprensorio Interregionale).

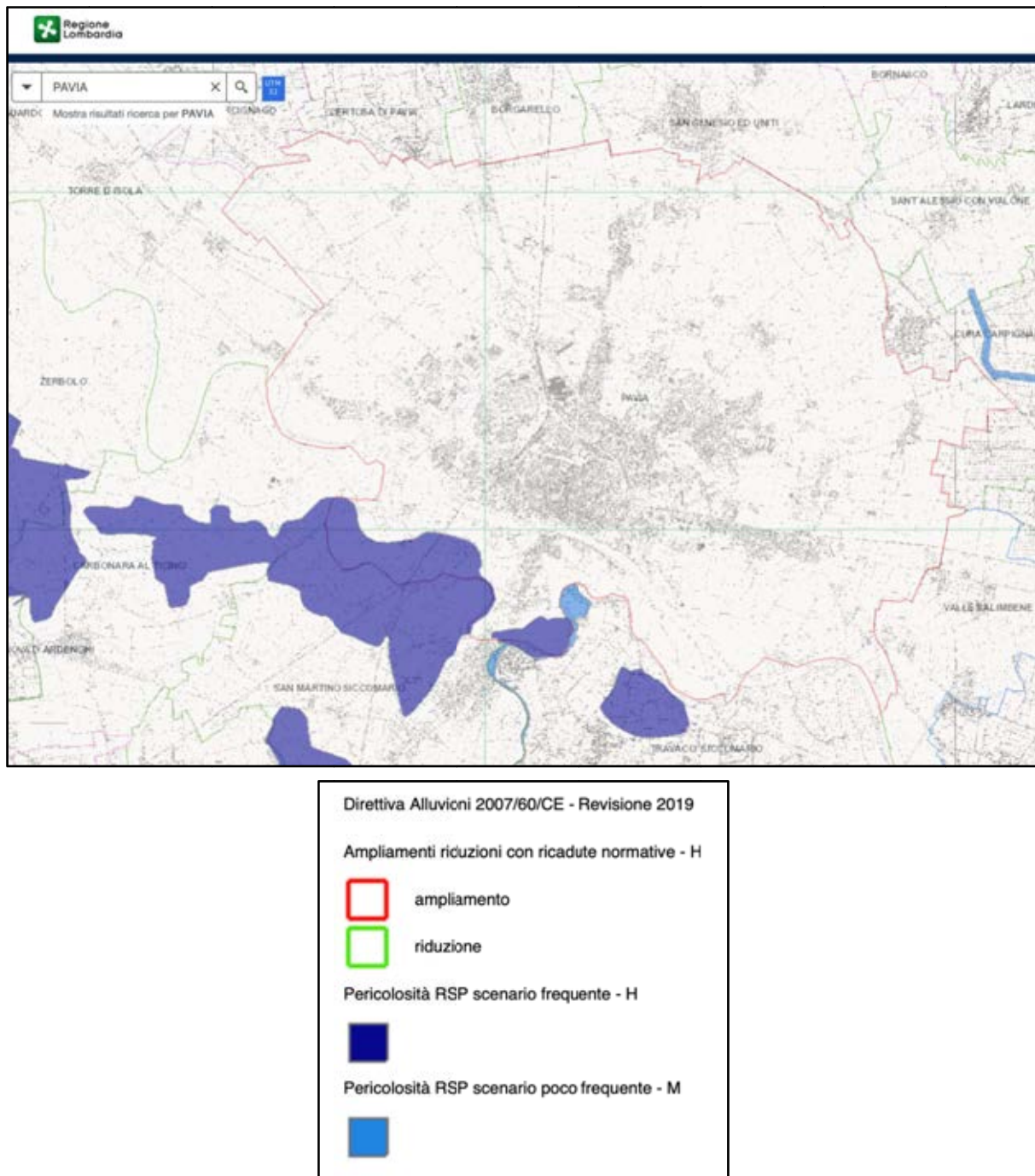


Figura 3.2 – Mappa della pericolosità - Direttiva Alluvioni - Ambito RSP

Nella seguente immagine, dettaglio delle precedenti, sono riportate anche le fasce fluviali PAI vigenti, da cui si evince che sono presenti la fascia A, la fascia Be la fascia C.

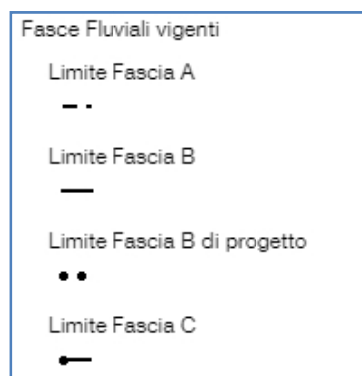
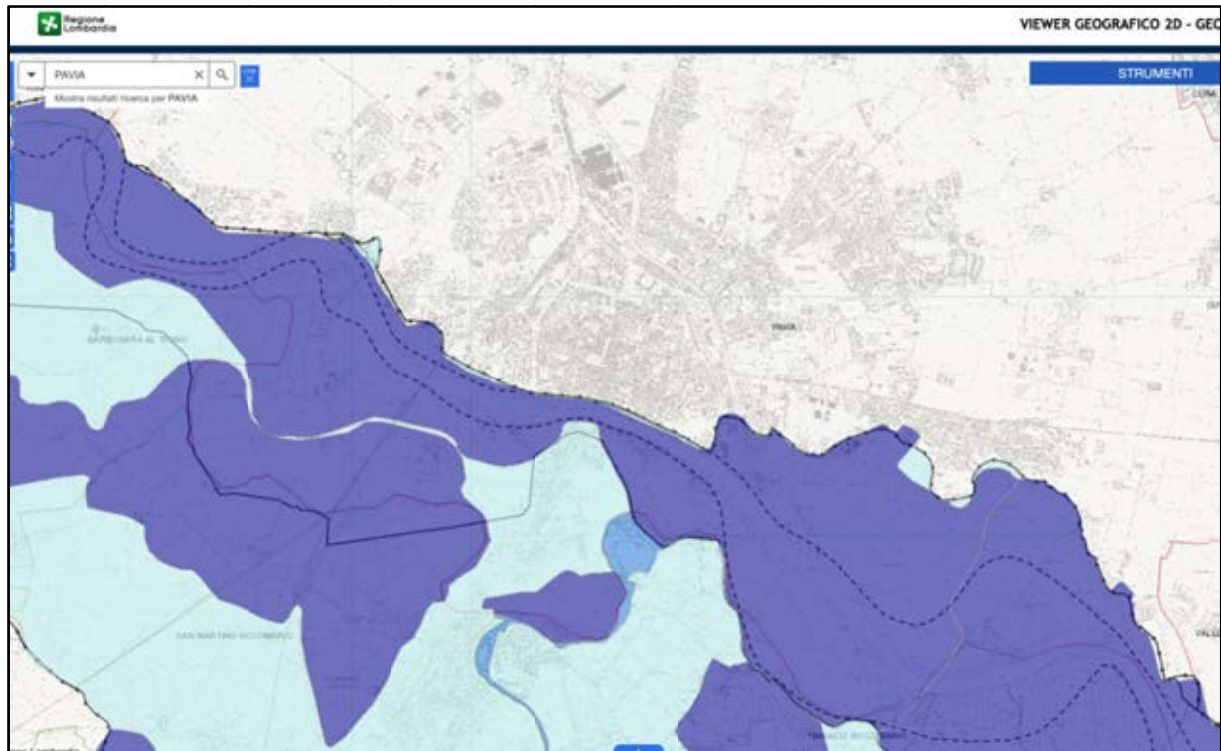


Figura 3.3 – Mappa della pericolosità e fasce fluviali PAI vigenti

Dal punto di vista del rischio, si osserva che gli ambiti edificati esistenti entro l'ambito fluviale del Ticino presentano un rischio R4 molto elevato ed un rischio R2 medio.

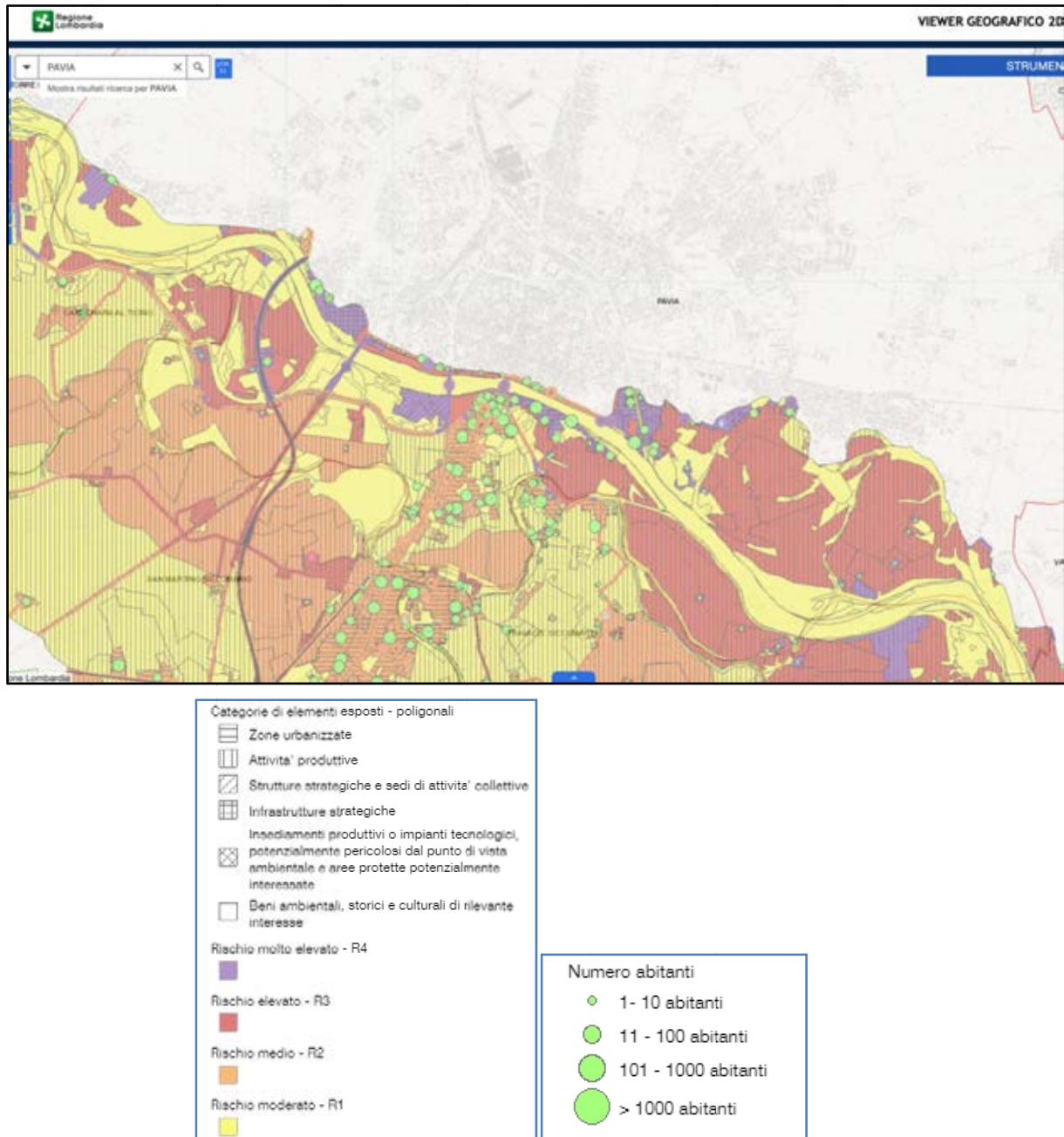


Figura 3.4 – Mappa del rischio - Direttiva Alluvioni

3.2.1 DISPOSIZIONI REGIONALI CONCERNENTI L'ATTUAZIONE DEL PGRA NEL SETTORE URBANISTICO (D.G.R. 19 GIUGNO 2017 N. X/6738)

Regione Lombardia, con d.g.r. X/6738 del 19.06.2017 (integrata con d.g.r. 2 agosto 2018 n. XI/470), ha approvato le "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

(PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla Variante adottata in data 07.12.2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po".

Le disposizioni di cui al punto 3 dell'allegato A della suddetta DGR costituiscono integrazione a quelle dei Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica approvati con DGR IX/2616 del 30.11.2011, relativamente all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore urbanistico alla scala comunale.

L'allegato A alla D.G.R. X/6738/17, ai paragrafi 3.1 e 3.3, introduce le disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA rispettivamente:

- per l'ambito di riferimento RP, corsi d'acqua **GIA'** interessati, nella pianificazione di bacino vigente, dalla delimitazione delle fasce fluviali, quale risulta il Fiume Ticino (punto 3.1.4);
- per l'ambito di riferimento RSP, reticolo consortile (punti 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5).

Ambito di riferimento RP, corsi d'acqua GIA' interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali RP

In questi corsi d'acqua, alle perimetrazioni di fascia fluviale vigenti si sono sovrapposte nuove perimetrazioni di aree allagabili, che non sostituiscono le fasce, ma ne rappresentano un aggiornamento ed una integrazione.

Normativa

Fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni (fascia fluviale e aree allagabili) rimangono in vigore. In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva.

In particolare, la norma prevede che:

- Nelle aree interessate da alluvioni frequenti P3/H si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale A del PAI;
- Nelle aree interessate da alluvioni frequenti P2/M si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale B del PAI;
- Nelle aree interessate da alluvioni frequenti P1/L si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale C del PAI.

Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali

Ai sensi dell'art. 59 delle N.d.A. del PAI (introdotto con il nuovo Titolo V), tutti i Comuni, ove necessario, provvedono ad adeguare i rispettivi strumenti urbanistici conformandoli alla normativa sopraindicata.

In particolare, nelle aree allagabili per la piena frequente (P3/H), poco frequente (P2/M) e rara (P1/L):

1. i Comuni applicano da subito la normativa sopraindicata sulle aree allagabili così come presenti nelle mappe di pericolosità del PGRA, modificando di conseguenza le previsioni degli strumenti urbanistici comunali che risultassero in contrasto, ed aggiornando conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali;

2. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a verificare e, ove necessario, aggiornare la valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali già svolte in passato.
3. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) nelle more del completamento/aggiornamento della valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali di cui al punto 2. e del suo recepimento nello strumento urbanistico comunale, è facoltà del Comune applicare, anche all'interno degli edificati esistenti, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M (fasce A e B) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che, partendo dalla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio già svolta (qualora presente) e recepita nel PGT, ne approfondisca gli esiti utilizzando come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).
4. entro i territori compresi tra un limite B di progetto e un limite di fascia C delle fasce fluviali vigenti: se si è proceduto in passato a svolgere una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, questa valutazione deve essere verificata e, ove necessario, aggiornata tenendo conto dell'estensione dell'area allagabile contenuta nelle mappe di pericolosità del PGRA e dei relativi dati associati.
5. entro e non oltre i termini stabiliti dall'art. 5 della l.r. 31/2014 per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio (PGT), i Comuni procedono con il recepimento delle aree allagabili e relative norme (incluse quelle di dettaglio derivanti dalla valutazione del rischio svolta sugli edificati esistenti che si trovano a ricadere entro le aree allagabili P3/H e P2/M) nello strumento urbanistico comunale secondo le modalità già definite per le fasce fluviali nelle N.d.A. del PAI nonché nella d.g.r. IX/2616/2011, parte II, paragrafo 5.1, punti 1 e 2.

Ambito di riferimento RSP, reticolo consortile

L'ambito territoriale Reticolo secondario di pianura (RSP) si estende sui territori dei Comuni "di pianura" che a suo tempo non sono stati assoggettati all'obbligo di aggiornare l'Elaborato 2 del PAI"nella d.g.r. VII/7365/2001, ora sostituita dalla d.g.r. IX/2616/2011.

Nelle mappe di pericolosità del PGRA per questo ambito sono state individuate aree allagabili su:

Reticolo naturale - Corsi d'acqua naturali (non facenti parte dell'ambito RP) per i quali la delimitazione delle aree allagabili deriva dalla componente geologica dei PGT dei Comuni. Si tratta in particolare delle "Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico" individuate nella carta di sintesi e di fattibilità geologica dei PGT vigenti o nella carta del dissesto con legenda uniformata PAI per i Comuni, che pur non essendo tenuti a farlo, hanno anche proposto tali aree quali aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI;

Reticolo consortile(caso valido per Pavia) - Corsi d'acqua gestiti dai Consorzi di bonifica, per i quali la delimitazione è stata proposta da ANBI (ex URBIM), sentiti i Consorzi medesimi o dedotta da studi di livello sovracomunale;

Aree RME di pianura – Si tratta delle aree a rischio idrogeologico molto elevato di tipo idraulico dell'allegato 4.1 all'Elaborato 2 del PAI ricadenti nel territorio di pianura.

Le aree allagabili sul reticolo consortile sono state delimitate principalmente sulla base degli eventi storicamente accaduti. Sono stati considerati solo gli eventi verificatisi dal 1990 al 2012 (data di completamento della ricognizione), in quanto ritenuti maggiormente compatibili con l'attuale scenario di bonifica e di uso del suolo e solo gli allagamenti che possono risultare ripetibili. Pertanto, nel caso in cui, posteriormente agli eventi accaduti, siano stati eseguiti interventi volti alla risoluzione del problema, l'area allagata non è stata riportata nelle mappe oppure gli è stato attribuito uno scenario di frequenza inferiore.

In alcuni casi si sono riportate anche aree allagate in occasione di eventi antecedenti al periodo sopraindicato, in quanto ritenuti significativi.

Normativa

Ad integrazione delle disposizioni vigenti di cui alla d.g.r. IX/2616/2011, che non considerano tali aree tra le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico da rappresentare nella carta di sintesi (e pertanto non danno indicazioni in merito alla classe di fattibilità geologica da assegnare) e date le caratteristiche delle alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, che, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui, per le aree classificate a pericolosità P3/H e P2/M sul reticolo consortile, si ritiene che sussistano consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica.

Entro le aree P3/H e P2/M, laddove negli strumenti urbanistici non siano già vigenti norme equivalenti, o fino a quando il Comune non realizzi uno studio di approfondimento al livello locale secondo le indicazioni contenute nel seguente paragrafo "Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali", è necessario:

- subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l'Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio. Tale studio è finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);
- garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;
- vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;
- nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;

- progettare e realizzare le trasformazioni consentite con modalità compatibili, senza dannosignificativi, con la sommersione periodica;
- progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali

1) I Comuni che non sono interessati da delimitazioni nelle mappe di pericolosità del PGRA ma che ricadono nell'ambito territoriale RSP (riportati in Allegato 2 alla d.g.r. X/6738/17 nella colonna "COMUNI RICADENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001") **sono comunque tenuti** entro e non oltre i termini stabiliti dall'art. 5 della l.r. 31/2014 per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio (PGT), **a verificare l'eventuale presenza di aree allagabili sul proprio territorio comunale e a riportarle nella carta PAI-PGRA**, recependo anche le aree individuate ai sensi del Regolamento di cui all'art. 7 della l.r. 4/2016. Questo anche ai fini dei successivi aggiornamenti del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni previsti con cicli sessennali.

2) I Comuni che rientrano nell'ambito territoriale RSP e che sono interessati da delimitazioni nelle mappe di pericolosità del PGRA:

- applicano da subito** le limitazioni e prescrizioni descritte nel paragrafo della Normativa, qualora il proprio strumento urbanistico non contenga disposizioni coerenti o maggiormente cautelative ed aggiornano conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali secondo le indicazioni fornite al paragrafo 7 della d.g.r. X/6738/17 "Disposizioni integrative rispetto a quanto contenuto nella d.g.r. VIII/4732/2007 relative all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore della Pianificazione dell'emergenza alla scala comunale";
- sono tenuti entro e non oltre i termini stabiliti dall'art. 5 della l.r. 31/2014 per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio (PGT), qualora necessario, ad adeguare i loro PGT recependo le perimetrazioni e associando a tali aree una norma adeguata e coerente alle indicazioni fornite nella delibera regionale;
- entro le aree che risultano classificate come R3 – rischio elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia), i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali da svolgersi secondo le procedure riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/201, se applicabili, e con le finalità descritte al paragrafo 4 della d.g.r. X/6738/17 "Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio". Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio si applicano, anche all'interno degli edificati esistenti, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M definite per questo ambito specifico.

Modifiche alle aree

Per le proposte di modifica alle delimitazioni di aree allagabili relative all'ambito RSP per il reticolo consortile, i Comuni possono procedere ad una verifica delle aree allagabili conformemente alle seguenti indicazioni:

- i. nella verifica delle aree allagabili relative al reticolo consortile deve essere coinvolto il Consorzio competente;
- ii. la verifica deve riguardare l'intera area allagabile, anche se tale area riguarda il territorio di più Comuni, che pertanto devono essere coinvolti/informati nella/della verifica in corso;
- iii. la proposta di modifica dell'area allagabile, supportata da adeguate motivazioni che seguano le metodologie riportate nella d.g.r. IX/2616/2011 e tengano conto delle modalità seguite per la delimitazione di queste aree, deve essere trasmessa dal/i Comune/i o dal Consorzio per conoscenza a tutti i Comuni interessati e per competenza a Regione Lombardia. Regione esprime parere sulla coerenza della valutazione con le metodologie e i dati di riferimento entro 90 giorni, acquisendo eventualmente il contributo di AdBPO e dell'Autorità idraulica competente, se diversa dal Consorzio;
- iv. la proposta di modifica entra in vigore con il recepimento nello strumento urbanistico comunale;
- v. la modifica dovrà essere recepita anche dal Consorzio nel proprio piano comprensoriale di bonifica.

Le eventuali proposte di modifica alle delimitazioni presenti nelle mappe di pericolosità del PGRA devono essere presentate utilizzando la carta PAI – PGRA.

3.3 PIANO TERRITORIALE REGIONALE

Il Piano Territoriale Regionale (PTR) è l'atto fondamentale di indirizzo, a livello territoriale, della programmazione di settore della Regione e di orientamento della programmazione e pianificazione dei comuni e delle province, come stabilito dalla l.r. 12/2005.

In applicazione dell'art. 19 della l.r. 12/2005, il PTR ha natura ed effetti di Piano Territoriale Paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale; con questa sua valenza, il PTR persegue gli obiettivi, contiene le prescrizioni e detta gli indirizzi di cui all'art. 143 del D.Lgs. 42/2004.

Il PTR assume, consolida ed aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) previgente e ne integra la sezione normativa.

Le prescrizioni attinenti alla tutela del paesaggio contenute nel PTR indirizzano gli strumenti di pianificazione dei comuni, delle città metropolitane, delle province e delle aree protette e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti di pianificazione (art. 76).

Il **Piano Territoriale Regionale**, è stato approvato con DCR n. 951 del 19 gennaio 2010 ed **ha acquistato efficacia** per effetto della pubblicazione dell'avviso di avvenuta approvazione sul BURL n. 7, serie Inserzioni e Concorsi **del 17 febbraio 2010**.

Il testo integrato degli elaborati di piano approvati con la DCR n. 951 del 19 gennaio 2010 è stato pubblicato sul BURL n. 13, Supplemento n. 1, del 30 marzo 2010.

Il Consiglio Regionale della Lombardia, con DCR n. 56 del 28 settembre 2010 ha successivamente approvato alcune modifiche ed integrazioni al Piano Territoriale Regionale (PTR).

Come previsto dall'articolo 22 della l.r. 12/2005 il PTR è stato poi aggiornato annualmente mediante il Programma Regionale di Sviluppo, oppure con il Documento di Economia e Finanza regionale (DEFR):

- l'aggiornamento 2011 è stato approvato dal Consiglio Regionale con DCR n. 276 del 8 novembre 2011, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 48 del 1 dicembre 2011;
- l'aggiornamento 2012/2013 è stato approvato dal Consiglio Regionale con DCR n. 78 del 9 luglio 2013, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 30 del 23 luglio 2013.
- l'aggiornamento 2014 è stato approvato dal Consiglio Regionale con DCR n. 557 del 9 dicembre 2014, pubblicata sul BURL Serie Ordinaria n. 51 del 20 dicembre 2014.
- l'aggiornamento 2017 è stato approvato dal Consiglio Regionale con DCR n. 1676 del 28 novembre 2017, pubblicata sul BURL, serie Ordinaria, n. 51 del 21 dicembre 2017.
- l'aggiornamento 2018 è stato approvato con d.c.r. n. 64 del 10 luglio 2018, pubblicata sul BURL, serie Ordinaria, n. 30 del 28 luglio 2018;
- l'aggiornamento 2019 è stato approvato con d.g.r. 9 luglio 2019 - n. XI/1882. Esso contiene l'aggiornamento delle tabelle "Obiettivi infrastrutturali prioritari di interesse regionale", "Progetti e studi di riferimento per le previsioni di infrastrutture per la difesa del suolo e "Elenco Comuni tenuti all'invio del PGT (o sua variante) in Regione".
- l'ultimo aggiornamento è stato approvato con d.c.r. n. 766 del 26 novembre 2019, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia, serie Ordinaria, n. 50 del 14 dicembre 2019.

Con d.g.r. n. 6995 del 31/7/2017 la Giunta regionale ha preso atto della proposta di Variante al Piano Paesaggistico Regionale e dei relativi elaborati di VAS. Tutti gli elaborati sono stati messi a disposizione su SIVAS per la fase di consultazione della VAS dal 17 agosto 2017, con termine di presentazione delle osservazioni fissato al 16 ottobre 2017.

3.3.1 LA STRUTTURA DEL PIANO

Al fine di creare uno strumento di governo funzionalmente rispondente al profilo di piano delineato dalla l.r. 12/05, il Piano Territoriale Regionale è strutturato in diverse sezioni che nel loro insieme rispondono all'esigenza di un piano di natura contestualmente strategica e operativa.

Le sezioni di cui si compone il Piano sono:

Presentazione: è un elaborato propedeutico e introduttivo alle successive sezioni del Piano.

Documento di Piano: Il Documento di Piano definisce gli obiettivi di sviluppo socio-economico e le linee orientative dell'assetto del territorio regionale; inoltre identifica gli elementi di potenziale sviluppo e di fragilità che è indispensabile governare per il perseguimento degli obiettivi. Per tutti i soggetti coinvolti nel governo del territorio gli obiettivi definiti sono un riferimento centrale per la valutazione dei propri strumenti programmatici e operativi. Sono individuati 3 macro-obiettivi (principi ispiratori dell'azione di Piano con diretto riferimento alle strategie individuate a livello europeo e nell'ambito della programmazione regionale generale), ossia:

- rafforzare la competitività dei territori della Lombardia
- riequilibrare il territorio lombardo
- proteggere e valorizzare le risorse della regione

e 24 obiettivi di Piano.

Piano Paesaggistico Regionale: il Piano Territoriale Regionale (PTR), in applicazione dell'art. 19 della l.r. n. 12 del 2005, ha natura ed effetti di Piano Territoriale Paesaggistico ai sensi della

legislazione nazionale (Decreto legislativo n. 42 del 2004) . Il PTR in tal senso recepisce consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) vigente in Lombardia dal 2001, integrandone e adeguandone contenuti descrittivi e normativi e confermandone impianto generale e finalità di tutela.

Strumenti operativi: si tratta di strumenti che la Regione mette direttamente in campo per perseguire gli obiettivi proposti nel Documento di Piano: criteri, indirizzi, linee guida, sistemi, strumenti di carattere generale o riferiti ad elementi specifici ovvero settoriali, che trovano nel PTR la coerenza e la finalizzazione rispetto agli obiettivi.

Sezioni tematiche: le sezioni tematiche raccolgono elementi, riflessioni, spunti che offrono l'opportunità di fornire chiavi di lettura e interpretazione dei fenomeni omogenee tra i diversi soggetti istituzionali e non. Tra i temi indagati: competitività, corridoi europei, difesa del suolo, sistema delle conoscenze.

Valutazione Ambientale del PTR: contiene il rapporto Ambientale e altri elaborati prodotti nel percorso di Valutazione Ambientale del Piano.

3.3.2 RAPPORTI CON IL PGT

Nei confronti dei PGT comunali, il PTR assume la stessa valenza prevista per i piani provinciali. La presenza di previsioni del PTR, prevalenti sulla strumentazione urbanistica di Province e Comuni, comporta per tali Enti effetti procedurali rilevanti relativamente all'approvazione dei rispettivi piani (PTCP o PGT), che devono essere adeguati a tali previsioni come condizione di legittimità degli stessi, in particolare i PGT interessati sono assoggettati ad una verifica regionale di corretto recepimento delle previsioni del PTR (l.r. 12/05, art 13, comma 8).

Sono tenuti alla trasmissione in Regione del PGT o sue varianti (l.r.12/05, art.13 comma 8) i Comuni territorialmente interessati da obiettivi prioritari di interesse regionale e/o sovraregionale.

Si evidenzia che, secondo l'adeguamento dicembre 2019 degli Strumenti operativi del PTR, il Comune di Pavia è tenuto all'invio (in Regione) del PGT o sua variante, in quanto interessato da Poli di sviluppo regionale, come da seguente tabella.

Cod ISTAT	Comune	Prov	Zone preservazione e salvaguardia ambientale – Ambiti lacuali Laghi	Zone preservazione e salvaguardia ambientale - Siti Unesco	Obiettivi prioritari infrastrutture della mobilità	Poli di sviluppo regionale	Infrastrutture per la difesa del suolo
18110	Pavia	PV				capoluogo	

Con l'entrata in vigore del Piano Territoriale, per l'effetto di Piano Paesaggistico del PTR, ai termini del D.Lgs 42/2004 e s.m.i., tutti i Comuni sono comunque tenuti **ad adeguare il proprio PGT alla disciplina paesaggistica** entro due anni dall'entrata in vigore del PTR.

La l.r.12/2005 prevede, inoltre, che il Piano Territoriale Regionale abbia natura ed effetti di Piano Territoriale Paesaggistico ai sensi del D.Lgs. 42/2004. Il Piano Territoriale Regionale

approvato recepisce, consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale vigente in Lombardia dal 2001:

- integrandone e adeguandone contenuti descrittivi e normativi;
- confermandone impianto generale e finalità di tutela.
-

Il **Piano Paesaggistico** costituisce **quadro di riferimento e disciplina paesaggistica** del Piano Territoriale Regionale, mantenendo comunque una propria compiuta unitarietà ed identità

Il PTR, ed in particolare nel Documento di Piano e nel Piano Paesaggistico, richiama quali **essenziali elementi di riferimento pianificatorio**:

- l'ordine e la compattezza dello sviluppo urbanistico
- l'equipaggiamento con essenze verdi, a fini ecologico-naturalistici e di qualità dell'ambiente urbano
- l'adeguato assetto delle previsioni insediative, in rapporto alla funzionalità degli assi viabilistici su cui esse si appoggiano (evitare allineamenti edilizi, salvaguardare i nuovi tracciati tangenziali da previsioni insediative, separare con adeguate barriere fisiche la viabilità esterna dal tessuto urbanizzato) (Strumenti Operativi SO36)
- lo sviluppo delle reti locali di "mobilità dolce" (pedonale e ciclabile)
- l'agevolazione al recupero e alla utilizzazione residenziale di tutto il patrimonio edilizio rurale ed agricolo, dismesso o in fase di dismissione
- la valorizzazione delle risorse culturali, monumentali, storiche diffuse nel territorio.

Le nuove previsioni urbanistiche dovranno dimensionarsi in termini coerenti con le caratteristiche costitutive dell'insediamento urbano esistente, evitando concentrazioni volumetriche eccessive e incongrue rispetto al contesto locale con cui si raccordano e con la sua identità storica. L'introduzione di elementi di innovazione edilizia ed urbana, in generale possibile ed anzi opportuna in rapporto ad esigenze di carattere sociale e funzionale, dovrà comunque essere realizzata con grande attenzione a garantire tale coerenza, cercando di esprimere una maturità progettuale consapevole ed integrata rispetto ai valori del contesto e alla loro evoluzione nel tempo.

Lo stesso PTR definisce la **Rete Ecologica Regionale (RER)**, strumento di programmazione settoriale che fornisce il quadro delle sensibilità prioritarie naturalistiche esistenti ed un disegno degli elementi portanti dell'ecosistema di riferimento per la valutazione di punti di forza e debolezza, di opportunità e minacce presenti sul territorio regionale.

La Rete Ecologica Regionale è riconosciuta come infrastruttura prioritaria del Piano Territoriale Regionale e costituisce strumento orientativo per la pianificazione regionale e locale, definendo un quadro orientativo di natura naturalistica ed ecosistemica e indicazioni circa le opportunità per individuare azioni di pianificazione compatibili. In particolare, la RER lombarda, intesa come rete polivalente in grado di produrre sinergie positive con le varie politiche di settore che concorrono al governo del territorio e dell'ambiente, si inquadra come strumento fondamentale per uno sviluppo sostenibile all'interno del più vasto scenario territoriale ambientale delle regioni biogeografiche alpina e padana.

Il documento *"Rete ecologica regionale e programmazione territoriale degli enti locali"* fornisce indicazioni per la composizione e la concreta salvaguardia della Rete nell'ambito dell'attività di pianificazione e programmazione.

Il comune di Pavia risulta essere interessato dalla presenza di (Figura 3.5):

un corridoio regionale primario ad alta antropizzazione;

elementi di primo livello, di secondo livello e gangli della RER;

varchi della RER da deframmentare e varchi da tenere e deframmentare.

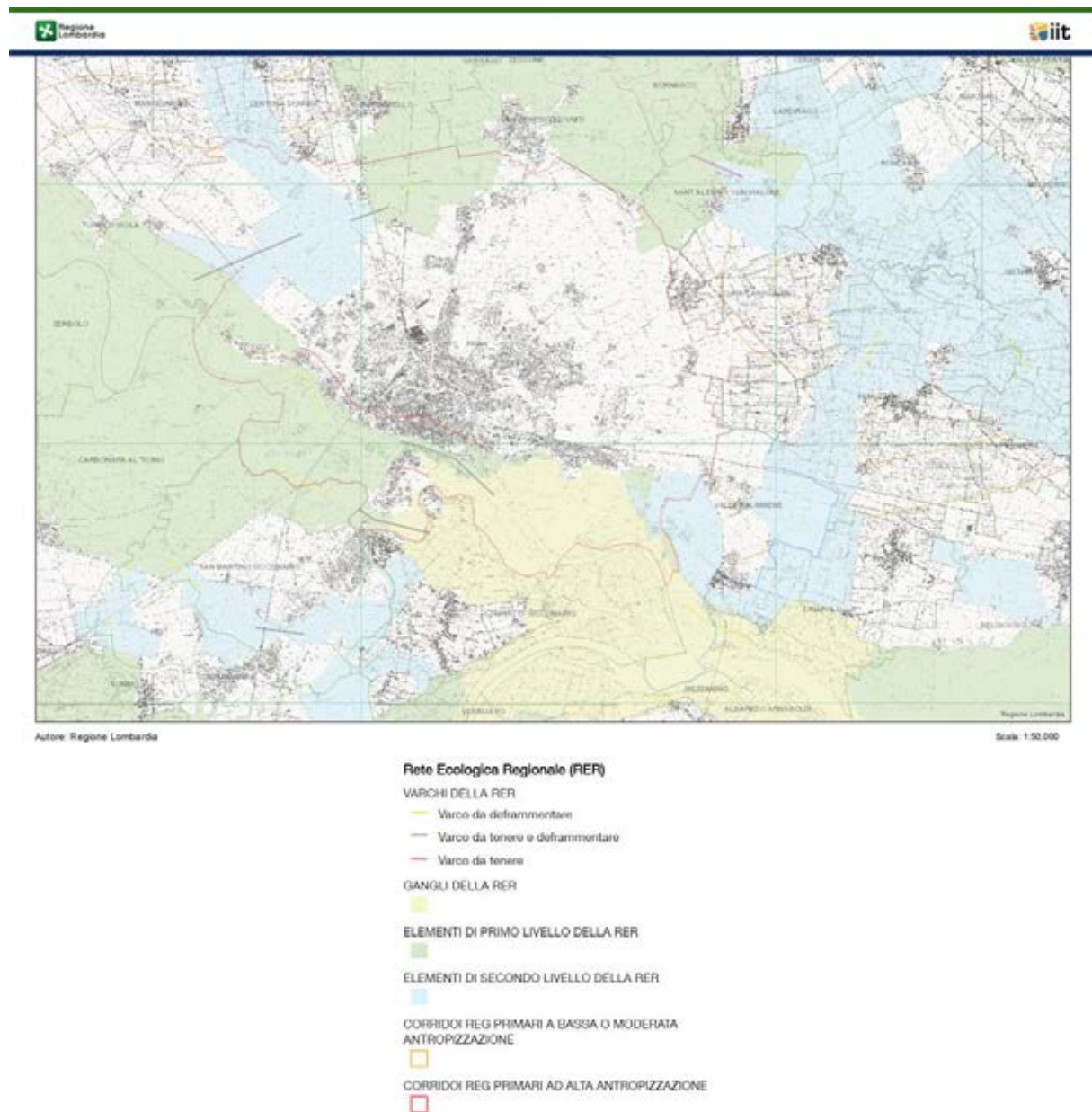


Figura 3.5 – Rete Ecologica Regionale

3.3.3 INTEGRAZIONE DEL PTR AI SENSI DELLA L.R. N. 31 DEL 2014

In recepimento dell'obiettivo posto dalla commissione Europea "consumo di suolo zero nel 2050", Regione Lombardia ha emanato la l.r. 28 novembre 2014 "*Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato*".

Tale legge pone, pertanto, un obiettivo chiaro per il governo del territorio della Lombardia: ridurre, attraverso l'adeguamento della pianificazione urbanistica vigente, il consumo di suolo libero in quanto "risorsa non rinnovabile e bene comune di fondamentale importanza per l'equilibrio ambientale ...", attivando nel contempo la rigenerazione del suolo attualmente occupato da edificazioni. La legge regionale assegna ai Comuni il compito di ridurre il consumo di suolo e di rigenerare la città costruita: è infatti il PGT lo strumento finale che, in ragione della legge urbanistica regionale, decide le modalità d'uso del suolo e sono i Comuni, con il supporto di Regione, Province e Città Metropolitana, che devono dare attuazione alle politiche urbanistiche e sociali per la rigenerazione. La legge affida al Piano Territoriale Regionale (PTR) il compito invece di stabilire i criteri per ridurre il consumo di suolo differenziati per Ambiti territoriali omogenei; il PTR deve anche fornire alle Province, alla Città Metropolitana e ai Comuni i criteri per adeguare la pianificazione in atto, impostare i nuovi PTCP/PTM/PGT e rigenerare il suolo urbanizzato. A tal fine, la legge prevede che il PTR vigente sia integrato assumendo la riduzione del consumo tra gli obiettivi prioritari e definendo criteri, indirizzi e linee tecniche per il contenimento del consumo di suolo.

I contenuti dell'Integrazione PTR sono stati proposti dalla Giunta regionale nel gennaio 2016 e, a seguito della consultazione pubblica VAS, sono stati definiti nel dicembre 2016 e trasmessi al Consiglio regionale per l'adozione, avvenuta a maggio 2017.

L'integrazione è stata approvata dal Consiglio regionale con delibera n. 411 del 19 dicembre 2018 e ha acquistato **efficacia il 13 marzo 2019**, con la pubblicazione sul BURL n. 11, Serie Avvisi e concorsi, dell'avviso di approvazione (comunicato regionale n. 23 del 20 febbraio 2019). I PGT e relative varianti adottati successivamente al 13 marzo 2019 devono risultare coerenti con i criteri e gli indirizzi individuati dal PTR per contenere il consumo di suolo.

Ai sensi dell'art. 5 della l.r. 31/2014, le Province e la Città Metropolitana adeguano i rispettivi PTCP e il Piano territoriale Metropolitano alle disposizioni contenute nel PTR, entro 24 mesi dall'entrata in vigore dell'integrazione.

Successivamente all'approvazione del PTM e dei PTCP, i Comuni, in occasione della prima scadenza del Documento di Piano, adeguano i propri strumenti urbanistici con le relative Carte del consumo di suolo e li inviano alla Città Metropolitana e alle Province per la verifica di compatibilità e alla Regione per il monitoraggio del PTR. La Regione annualmente redige un rapporto sull'attuazione del PTR.

L'Integrazione del PTR prevista dalla l.r. n. 31 del 2014 in materia di riduzione del consumo di suolo, si compone dei seguenti elaborati di Piano:

- **Relazioni:** Progetto di Piano, Criteri per l'attuazione della politica di riduzione del consumo di suolo, Analisi socio-economiche e territoriali;

- **Tavole:** tavola degli ambiti territoriali omogenei, tavole di analisi regionali, tavole di progetto regionali, tavole di analisi e di progetto della Città metropolitana e delle Province.

Il Progetto di Piano è suddiviso in cinque quadri:

1. La misura delle grandezze in campo e le soglie di riduzione del consumo di suolo
2. La definizione degli Ambiti territoriali omogenei - Ato
3. La qualità dei suoli come criterio per la pianificazione
4. I territori della rigenerazione
5. II monitoraggio

Il progetto di Integrazione del PTR individua 33 Ambiti territoriali omogenei (Ato, 7 dei quali interprovinciali) quali aggregazioni di Comuni per i quali declinare i criteri per contenere il consumo di suolo.

Gli Ato e la metodologia utilizzata per individuarli, sono riportati nella Tavola 01 - Ambiti territoriali omogenei, che illustra come è stata interpretata la struttura del territorio regionale a partire dalla pianificazione territoriale, urbanistica e paesaggistica, in riferimento alle aggregazioni di Comuni e alle polarità in essi individuate. Il comune di Pavia ricade nell'Ato denominato "Pavese".

I criteri per orientare la riduzione del consumo di suolo per Ato sono riportati nell'Allegato al documento "***Criteri per l'attuazione della politica di riduzione del consumo di suolo***", che costituisce lo strumento operativo più importante per le Province, la Città metropolitana e i Comuni, e il riferimento per l'adeguamento dei rispettivi piani (PTCP, PTM, PGT).

I criteri riguardano: la soglia di riduzione del consumo di suolo, la stima dei fabbisogni, i criteri di qualità per l'applicazione della soglia, i criteri per la redazione della carta del consumo di suolo del PGT, i criteri per la rigenerazione territoriale e urbana, il monitoraggio del consumo di suolo.

Soglia di riduzione del consumo di suolo (cap. 2.2 - criteri)

Il progetto di Integrazione del PTR è stato elaborato sulla base dello **stato di fatto e di diritto dei suoli**: è stata stimata l'**offerta insediativa** derivante dalle previsioni urbanistiche dei PGT (fonte PGTWEB) e la **domanda potenziale** di abitazioni nel medio-lungo periodo (fonte ISTAT). L'eccedenza di offerta ha orientato la determinazione della soglia di riduzione del consumo di suolo.

La soglia di riduzione del consumo di suolo è calcolata come **valore percentuale di riduzione** delle superfici territoriali degli Ambiti di trasformazione su suolo libero del PGT vigente al 2 dicembre 2014 (data di entrata in vigore della l.r. n. 31 del 2014), da ricondurre a superficie agricola o naturale.

Tale soglia può essere declinata nel piano territoriale delle Province e della Città metropolitana per i singoli Ambiti territoriali omogenei, sentiti i Comuni.

Carta comunale del consumo di suolo (cap. 4 - criteri)

La Carta del consumo di suolo del PGT rappresenta l'intero territorio comunale classificato in tre macro-voci: **superficie urbanizzata, superficie urbanizzabile, superficie agricola o naturale** (con relative sottoclassi e dati quantitativi riportati in forma tabellare). A queste si sovrappongono, se presenti, le "aree della rigenerazione".

Rigenerazione territoriale e urbana (cap. 5 - criteri)

In base alla l.r. n. 31 del 2014 alla Regione è affidato il compito, in collaborazione con le Province, la Città Metropolitana e i Comuni, di promuovere l'obiettivo della rigenerazione quale politica per la riduzione del consumo di suolo all'interno degli strumenti di governo del territorio.

Il progetto di Integrazione del PTR, indica i **criteri per individuare, nella Carta del consumo di suolo del PGT, le Aree della rigenerazione**, ovvero le aree residenziali e non residenziali (già utilizzate da attività economiche) interessate da fenomeni di dismissione/abbandono totale/prevalente o degrado ambientale e urbanistico. (Cap. 4 - Criteri).

Nell'elaborato "Criteri per l'attuazione della politica di riduzione del consumo di suolo" sono inoltre dettagliati strumenti e obiettivi della rigenerazione.

Qualità dei suoli (cap. 3 - criteri)

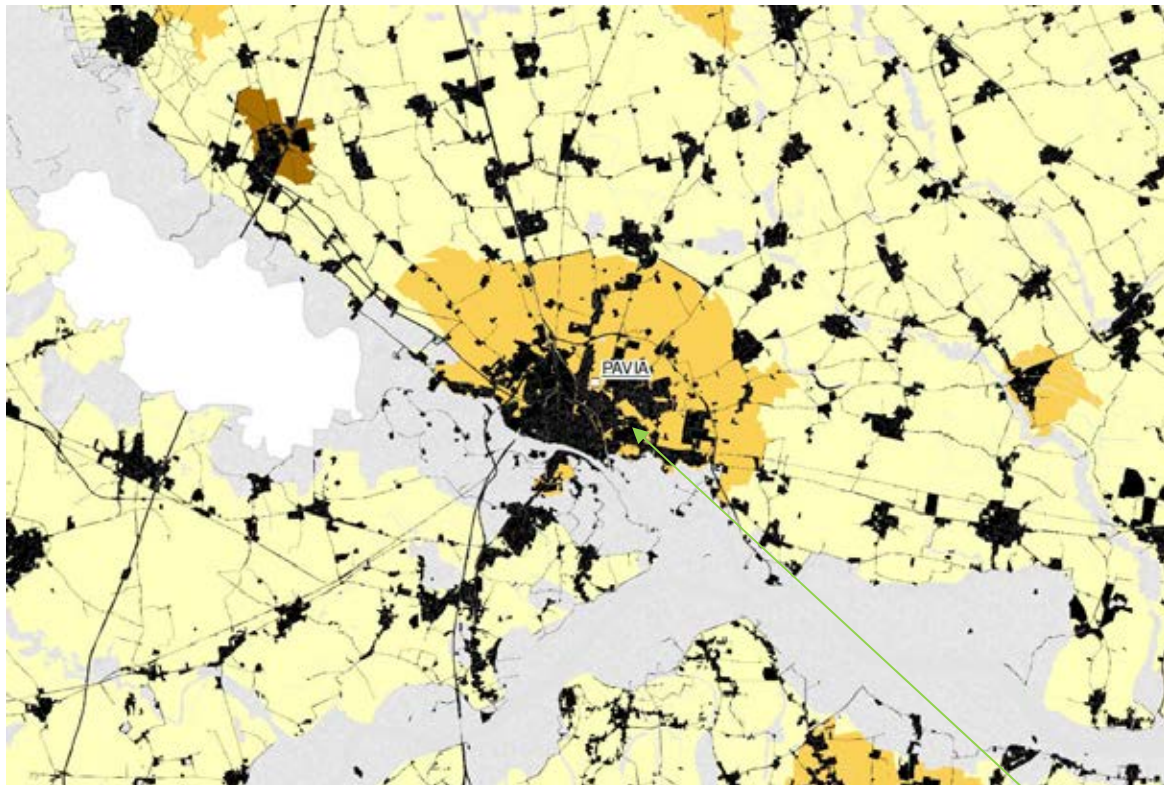
Il consumo di suolo deve essere considerato **sia in rapporto agli aspetti quantitativi** (soglia di riduzione del consumo di suolo), **che in rapporto agli aspetti qualitativi dei suoli**. Le previsioni di trasformazione potrebbero infatti intaccare risorse ambientali e paesaggistiche preziose e/o rare (aree libere, agricole o naturali). La politica regionale di riduzione del consumo di suolo non può prescindere da valutazioni di merito relative alla qualità dei suoliconsumati su cui insiste la previsione di consumo. È necessario che la pianificazione distingua ciò che è più prezioso da ciò che lo è meno.

Il **bilancio ecologico del suolo** è definito dalla l.r. n. 31 del 2014 (art. 2 comma 1 lett. d) come la differenza tra la superficie agricola che viene trasformata per la prima volta dagli strumenti di governo del territorio e la superficie urbanizzata e urbanizzabile che viene contestualmente ridestinata nel medesimo strumento urbanistico a superficie agricola. Se il bilancio ecologico del suolo è pari a zero, allora il consumo di suolo è pari a zero.

Non concorrono alla verifica del bilancio ecologico del suolo:

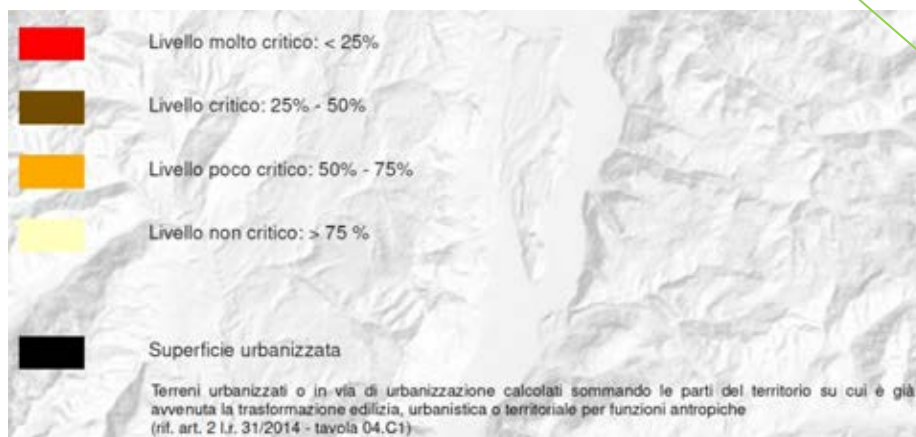
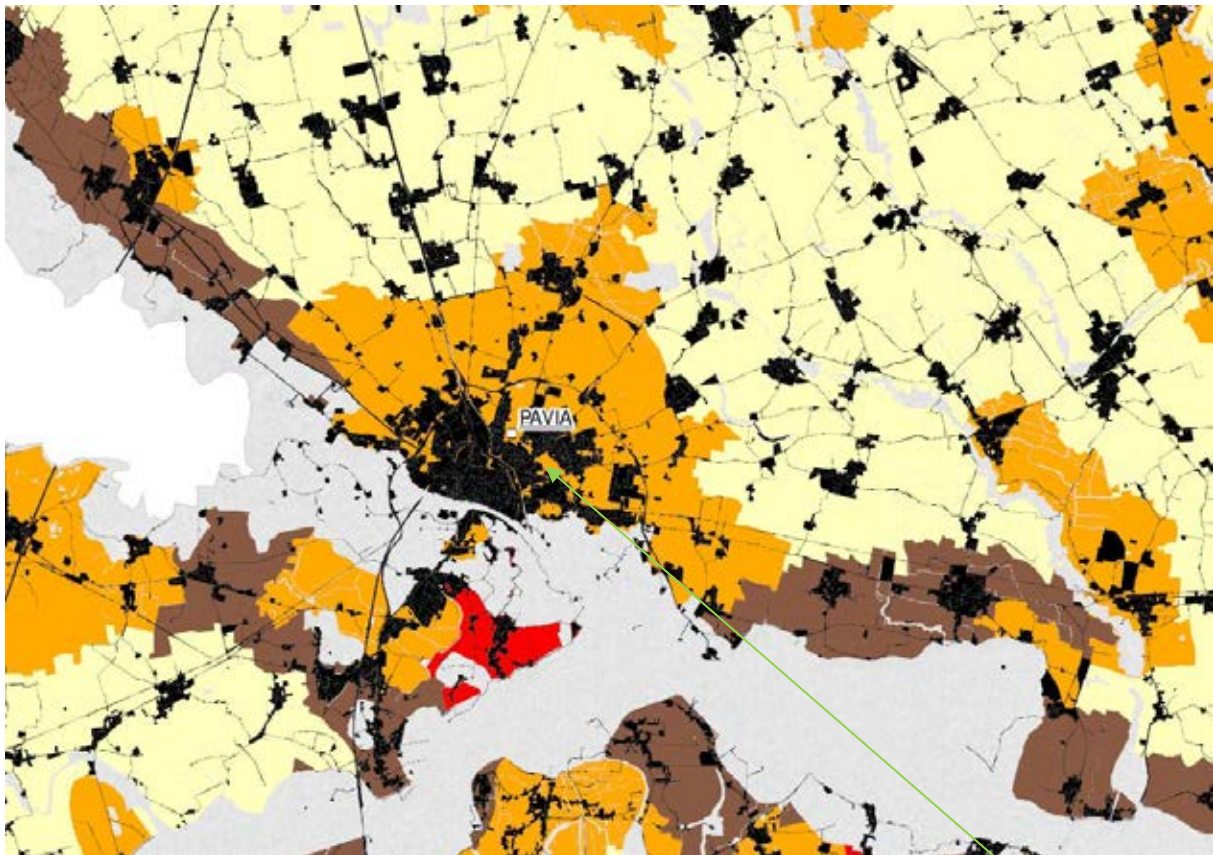
- la rinaturalizzazione o il recupero a fini ricreativi degli ambiti di escavazione e delle porzioni di territorio interessate da autorizzazione di carattere temporaneo riferite ad attività extra agricole;
- le aree urbanizzate e urbanizzabili per interventi pubblici e di interesse pubblico o generale di rilevanza sovracomunale per i quali non trovano applicazione le soglie di riduzione di consumo di suolo ai sensi della l.r. n. 31 del 2014 art. 2 comma 4 (cfr. d.g.r. n. 1141 del 14 gennaio 2019).

Le seguenti figure riportano un estratto della Tavola 1 - Suolo utile netto delle Tavole di progetto regionali, in cui sono visibili rispettivamente l'indice di urbanizzazione e l'indice di suolo utile netto del territorio di Pavia.



Pavia

Figura 3.6 – Stralcio Tavola 1 Suolo utile netto - Indice di urbanizzazione



Pavia

Figura 3.7 – Stralcio Tavola 1 “Suolo utile netto” - Indice di suolo utile netto

I Comuni sono tenuti, in attuazione della legge regionale, a comunicare alcuni dati relativi al consumo di suolo nei PGT entro un anno dall'approvazione dell'Integrazione del PTR (13 marzo 2020).

I contenuti e le modalità di restituzione dei dati sono stati individuati con d.g.r. n. 1372 del 11 marzo 2019.

3.4 PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE - 2006

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) è stato approvato dalla Regione Lombardia, ai sensi del D.Lgs. 152/99 e della L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003, con Delibera di Giunta Regionale n. 2244 del 29 marzo 2006.

Esso costituisce un atto comprensivo delle diverse discipline attinenti al tema della tutela e dell'uso della risorsa idrica e dell'ambiente ad essa interconnessa; rappresenta altresì lo strumento di riferimento a disposizione della Regione e delle altre amministrazioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici fissati dalle Direttive Europee, consentendo di attivare un'azione di governance nell'articolato settore delle acque.

Il PTUA prevede infatti la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi dei corpi idrici individuati come "significativi" (All. 1 del D.Lgs. 152/99) per raggiungere o mantenere gli obiettivi minimi di qualità ambientale e gli obiettivi di qualità per i corpi idrici a specifica destinazione funzionale.

Il PTUA è strutturato in due componenti differenti, ossia:

- una prima componente descrittivo-ricognitiva costituita da una descrizione generale delle caratteristiche del bacino idrografico (ricependo e integrando, per quanto riguarda le infrastrutture idriche del settore acquedottistico e depurativo, i risultati dell'attività di ricognizione delle opere e degli schemi depurativi realizzati nel PRRA, aggiornandoli in conformità agli approfondimenti nel frattempo intercorsi per la verifica delle situazioni di incongruenza tra i dati di ricognizione e le previsioni del PRRA), da una sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sulle acque superficiali e sotterranee, e dall'individuazione delle aree sensibili, vulnerabili e di salvaguardia;
- una seconda fase propositiva in cui vengono indicati gli obiettivi e le misure di intervento da perseguire.

Sulla base dell'esame dell'All. 3 del PTUA la cui specifica tematica è la "Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici di pianura", di seguito vengono riportati i principali aspetti in termini di bilancio idrico e classificazione quantitativa dell'area di Pavia.

La ricostruzione del bilancio idrico della pianura lombarda effettuata nel PTUA (relativa all'anno 2003) è basata sull'utilizzo di 5 modelli di flusso in moto stazionario che rappresentano i 5 bacini idrogeologici in cui è stata suddivisa la pianura lombarda. Tale suddivisione deriva dalla considerazione che i grandi fiumi lombardi (Sesia, Ticino, Adda, Oglio, Mincio), con la loro azione prevalentemente drenante, rappresentano dei limiti idrogeologici naturali, determinando una separazione della circolazione sotterranea. Gli acquiferi modellati nell'ambito del PTUA sono il "primo acquifero" (acquifero freatico superficiale presente entro 40-45 m di profondità) e il "secondo acquifero" (acquifero semiconfinato sottostante, presente entro una profondità variabile tra 80 e 120 m).

Inoltre i 5 bacini sono stati suddivisi in zone acquifere omogenee denominate settori.

Il territorio di Pavia ricade nel bacino 3Adda-Ticino, nel settore 22 – Pavia (Figura 3.8).

Il bacino è delimitato dal Fiume Ticino a Ovest, dal Fiume Po a Sud, dal Fiume Adda a Est e dalla comparsa dei primi corpi morenici delle province di Como, Lecco Varese a Nord. La

seguente figura, ripresa dall'Allegato 3 del PTUA, illustra il bacino 3 Adda - Ticino e i relativi settori in cui è stato suddiviso.

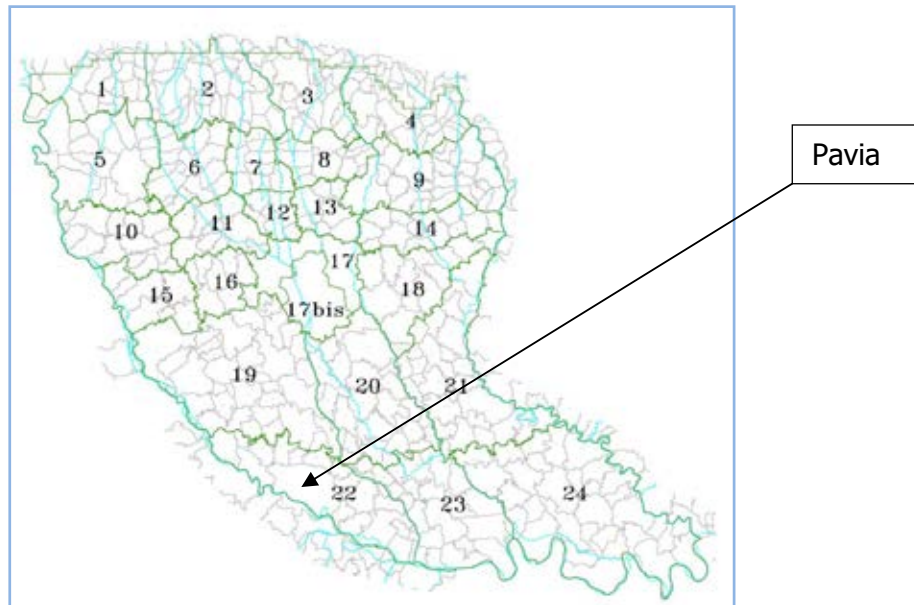


Figura 3.8 – Bacino 3 Adda – Ticino e i relativi 24 settori in cui è stato suddiviso

Complessivamente per tale bacino è stato calcolato un prelievo idrico da pozzo di $26.75 \text{ m}^3/\text{s}$ e una ricarica pari a $50.51 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le principali caratteristiche del settore 22 nel quale rientra il territorio di Pavia, per quanto riguarda gli aspetti descrittivi e gli aspetti quantitativi, sono riassunte nelle seguenti schede desunte dall'Appendice 1 dell'Allegato 3 del PTUA "Schede sintetiche dei bacini idrogeologici di pianura e relativi settori".

SETTORE 22

Il settore in esame si ubica in corrispondenza della bassa pianura, a quota compresa tra 90 m s.l.m. a Nord e 60 m s.l.m. a Sud, collocandosi nella parte meridionale dell'area di studio. Il limite occidentale è definito dal fiume Ticino, quello orientale dal fiume Olona.

Superficie: 229,3 km²

Elenco dei comuni:	Albuzzano	Cura Carpignano*	Sant'Alessio con Vialone*
	Belgioioso	Filighera	Spessa Po
	Bereguardo	Linarolo	Torre de' Negri
	Borgarello	Marcignago	Torre d'Isola
	Certosa di Pavia	Pavia	Trivolzio
	Corteolona*	San Genesio ed Uniti	Valle Salimbene
	Costa de' Nobili*	San Zeno al Po*	Vistarino*

(*) l'area comunale è parzialmente compresa nel settore

Acquifero tradizionale: differenziato.

Base acquifero tradizionale: tra 20 e -20 m s.l.m.
da 60 a 120 dal piano campagna

L'orizzonte di separazione tra la falda superficiale e la falda confinata dell'acquifero tradizionale risulta compreso all'incirca tra le quote di 65 e 40 m s.l.m..

Trammissività media	2 · 10 ⁻² m ² /s	
Trammissività media*	6 · 10 ⁻² m ² /s	* zona fiume Po

Piezometria: 55-90 m s.l.m.

Oscillazione del livello piezometrico (1993-1997)
Stazione di **Bereguardo**

Prelievo medio areale 2,13 l/s km²

Elementi del bilancio idrico:

Entrate:			
Afflusso della falda da monte	Settore n. 19	1,38	(m ³ /s)
Infiltrazione (piogge efficaci + irrigazioni)		4,31	(m ³ /s)
Afflusso laterale		0,5	(m ³ /s)
TOTALE		6,19	(m³/s)
Uscite:			
Deflusso laterale	Settore n. 23	0,35	(m ³ /s)
Deflusso della falda verso il fiume Po		1,12	(m ³ /s)
Prelievi da pozzo		0,49	(m ³ /s)
Drenaggio del fiume Ticino		3,85	(m ³ /s)
Fontanali		0,38	(m ³ /s)
TOTALE		6,19	(m³/s)

Classe Quantitativa: (Prelievi/Ricarica = 0,11)	A
	Situazione attuale di compatibilità tra disponibilità ed uso della risorsa. Uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili e sostanziali conseguenze negative nel breve-medio periodo.
Classificazione livello di falda	1
Classificazione stato quantitativo secondo D.Lgs. 152	A

Di seguito si riporta inoltre la trattazione del settore 22 desunta dall'Allegato 3 del PTUA.

DESCRIZIONE

Il settore si ubica in corrispondenza della bassa pianura, in una fascia altimetrica compresa tra i 90 m s.l.m. a nord ed i 60 m s.l.m. a sud. Il limite occidentale è definito dal Fiume Ticino, quello orientale dal Fiume Adda. La struttura idrogeologica è caratterizzata da due acquiferi, l'acquifero tradizionale e quello superficiale, separati da un acquitardo compreso tra le quote di 65 e 40 m s.l.m.. La trasmissività media del settore oscilla tra $2 \cdot 10^{-2}$ m²/s ed i $6 \cdot 10^{-2}$ m²/s nelle vicinanze del Po.

ASPETTI QUANTITATIVI

Nel settore 22 il prelievo medio areale rimane pressoché costante rispetto a quello registrato nel 1996 e pari a 2 l/s km², valore sostenibile. Anche il rapporto prelievi/ricarica rimane invariato e pari a circa 0,1 (classe quantitativa A). Questo settore presenta un bilancio idrico estremamente favorevole, soprattutto per gli importanti apporti dati dalle irrigazioni. La ricarica in effetti appare molto elevata, come l'afflusso da monte della falda che (analogamente a tutti i settori della fascia ticinese) è in netto aumento rispetto alla rilevazione del 1996. Bisogna considerare che, avendo effettuato la campagna piezometrica prima dell'inizio delle irrigazioni, l'apporto dato da queste ultime è minimo. La piezometria rilevata sottovaluta quindi questo elemento che nel corso dell'anno è sicuramente destinato a incidere maggiormente sulla configurazione della rete di flusso.

La carta delle differenze piezometriche mostra che in questo settore vi è un generale innalzamento della falda lungo le sponde del Ticino e del Po, dovuto ad un sostanziale innalzamento del battente idrico dei due fiumi per l'aumento della ricarica dell'afflusso da monte che caratterizza questa fase idrologica rispetto al 1996.

L'innalzamento della falda tende gradualmente a diminuire allontanandosi dai corsi d'acqua, fino a raggiungere delle zone che risultano praticamente invariate rispetto al 1996.

Gli elementi fondamentali del bilancio idrico sono le irrigazioni, quindi l'infiltrazione e l'effetto drenante del Fiume Ticino. Quest'ultimo è di particolare rilievo, in quanto (per la lunga estensione del tratto rivierasco) comporta valori di drenaggio ancora più elevati dei settori posti a monte (ben 3,8 mc/S).

Osservando il bilancio idrico si nota che le sole infiltrazioni ricoprono il 75% delle entrate, mentre il drenaggio del Ticino è pari al 65% delle uscite totali. Questi due elementi sovranchiano l'influsso esercitato dai prelievi, che risultano circa un ottavo del drenaggio operato dal fiume, un terzo dell'afflusso da monte e un decimo della ricarica.

Il PTUA, in Allegato 10 "Definizione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari", ha predisposto la rappresentazione della vulnerabilità integrata della regione Lombardia (Figura 3.9).

Secondo quanto indicato nella tabella A – Appendice D delle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA e nella "Carta della Vulnerabilità da nitrati", dove vengono individuate in colore rosso le aree vulnerabili da carichi zootecnici, in colore blu le aree vulnerabili da carichi di prevalente origine civile e in colore giallo le aree di attenzione (in quanto presentano almeno uno dei fattori predisponenti la vulnerabilità), il territorio di Pavia ricade entro le "zone di attenzione".

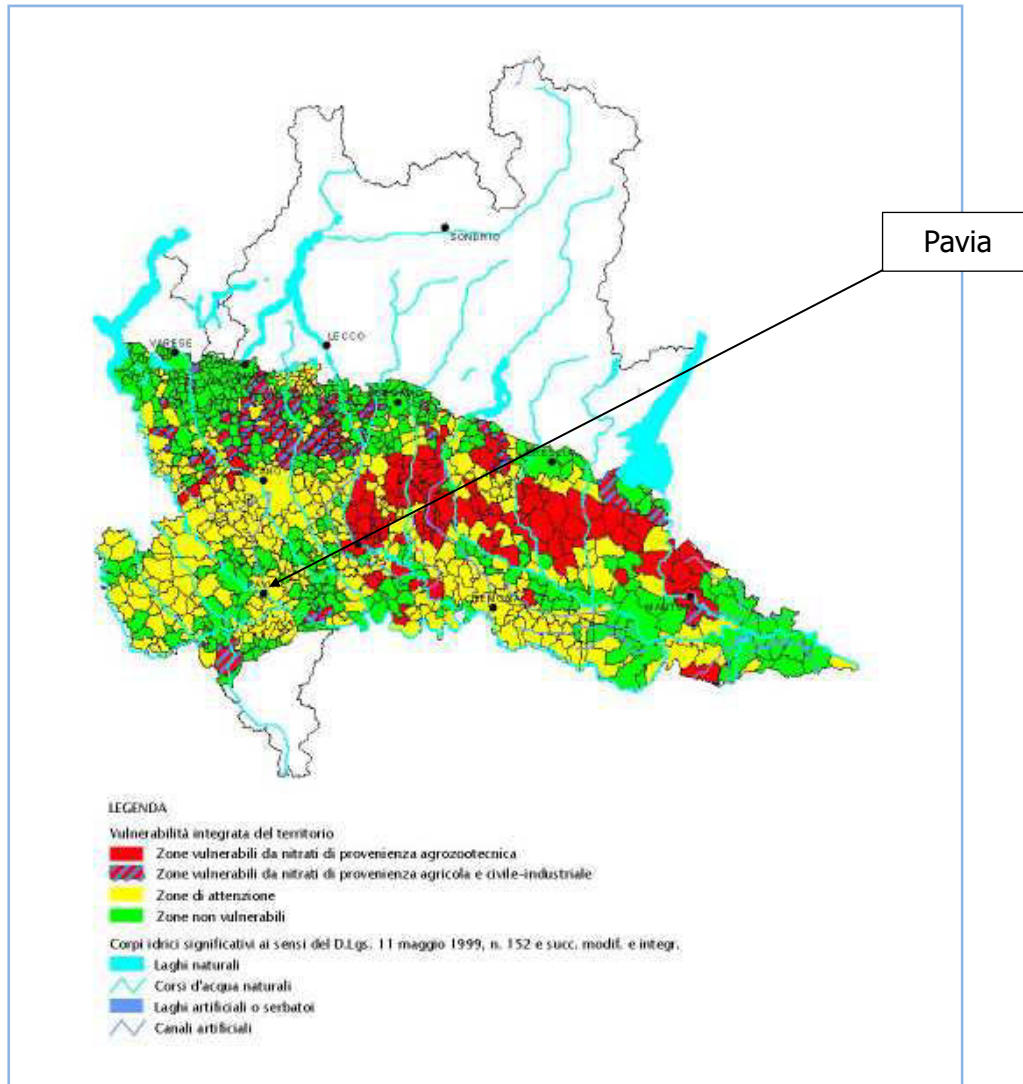


Figura 3.9 – Mappa della vulnerabilità integrata del territorio

Con d.g.r. 11 ottobre 2006, n. 8/3297 la Regione Lombardia ha introdotto alcune modifiche al PTUA approvato, tra cui l'individuazione di nuove aree vulnerabili (Allegato 2). Secondo tale classificazione il comune di Pavia viene riclassificato tra quelli parzialmente ricadenti in area vulnerabile (Figura 3.10). La nuova classificazione è stata riconfermata con d.g.r. del 7 marzo 2013 n. IX/4984.

Nelle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA (articolo 27) le aree vulnerabili sono definite come "territori dei comuni nei quali i Piani d'ambito individuano le misure per limitare le perdite delle reti fognarie e stabiliscono come priorità l'attuazione di dette misure".

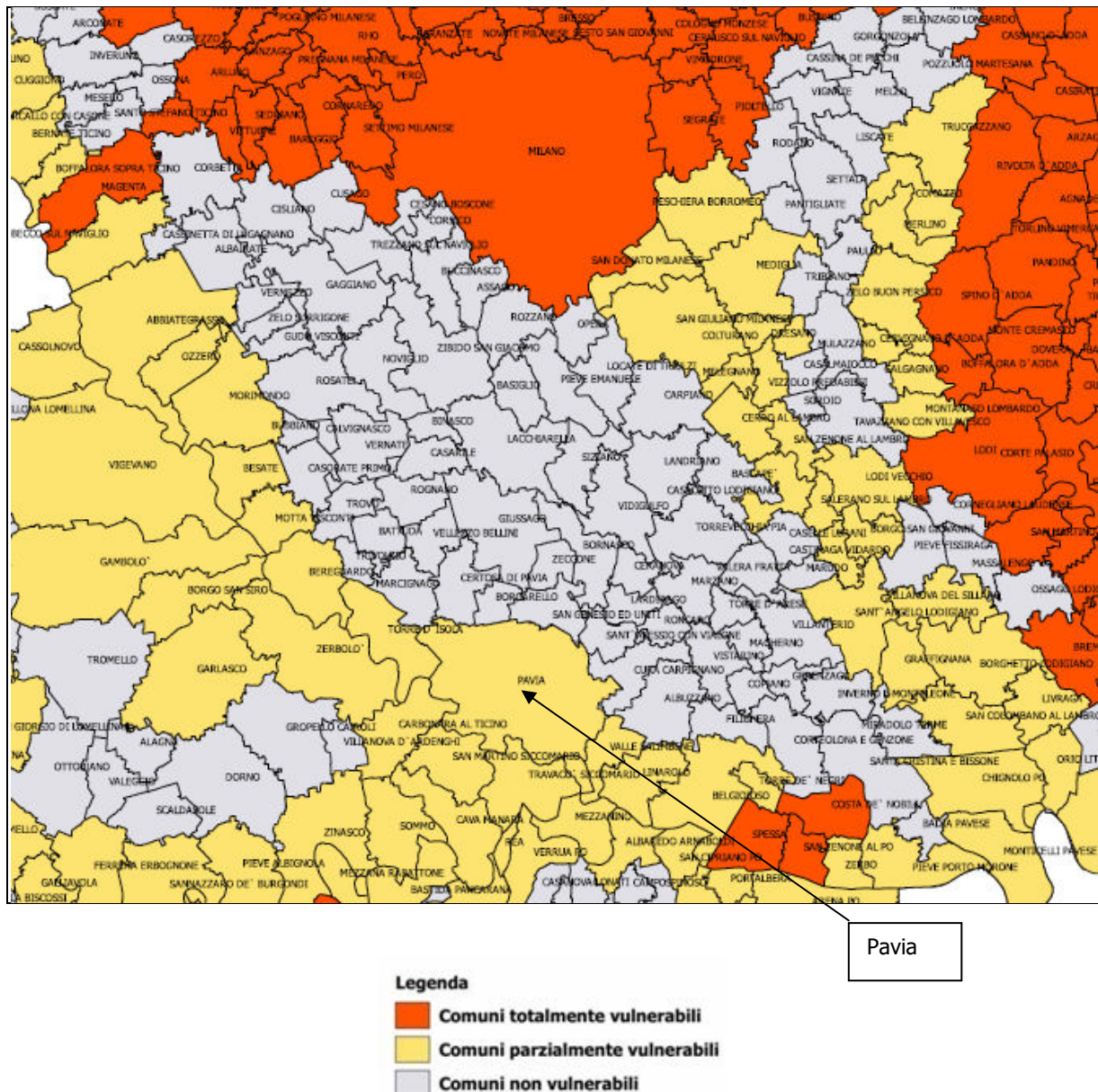


Figura 3.10 – Nuovi comuni designati come vulnerabili

Nell'Allegato 11 alla Relazione Generale "Definizione delle aree di ricarica e di riserva delle zone di pianura", il PTUA evidenzia l'utilità e la necessità dell'istituzione di una zona di riserva nella pianura lombarda secondo le indicazioni della normativa vigente, tra cui il D.Lgs. 152/99. In particolare, è stata individuata come macroarea di riserva (cfr. Figura 3.11) la parte di pianura a valle della linea dei fontanili. In quest'area si ritiene opportuno che vengano disposti vincoli che limitino sia l'eccessivo utilizzo delle acque sotterranee sia il loro degrado.

I principali centri industriali, tra cui il comune di Pavia, sono stati esclusi dalle aree di riserva per la difficoltà di controllarne i prelievi e i fattori di contaminazione, oltre che per evitare di porre eccessivi vincoli all'estrazione.

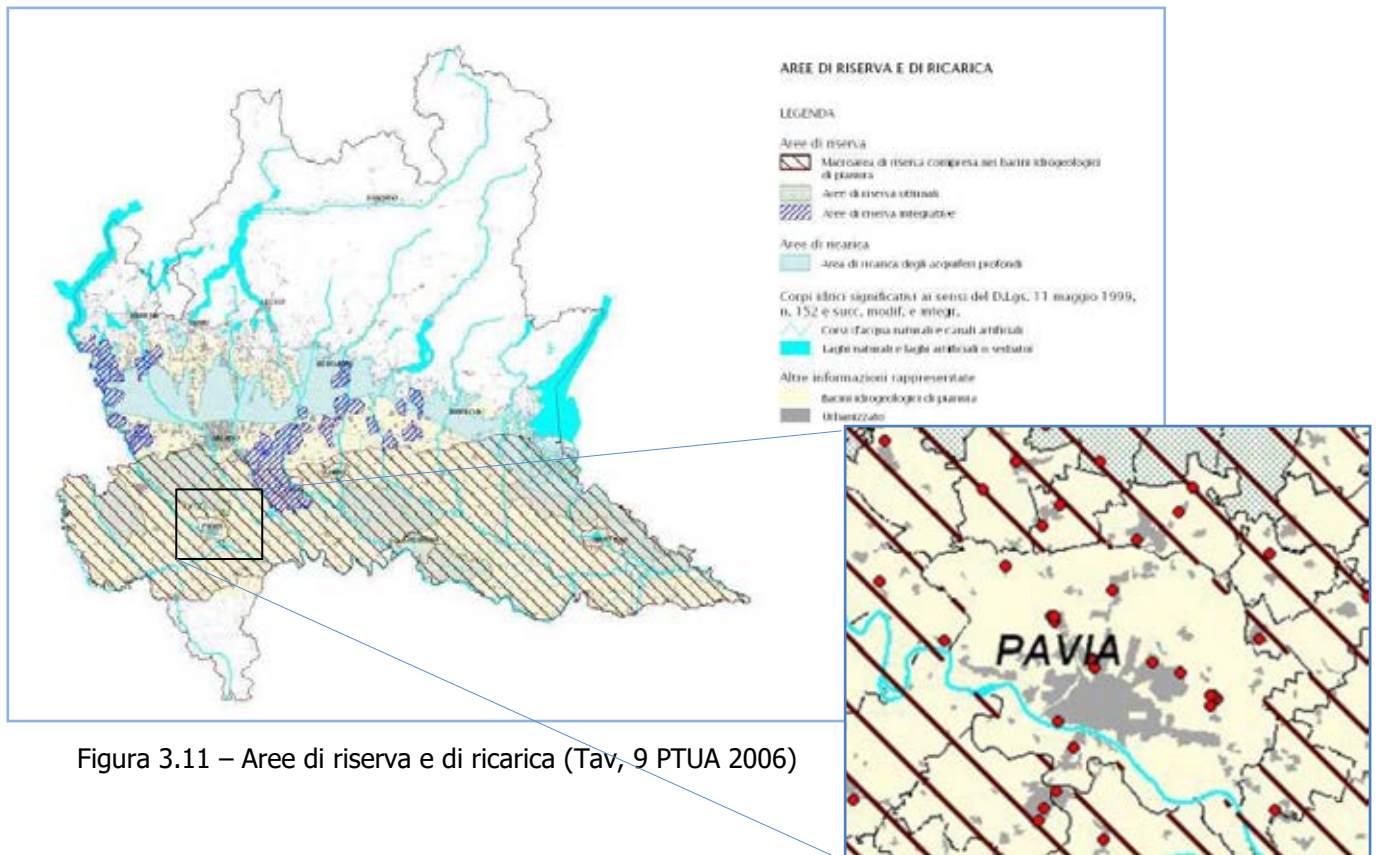


Figura 3.11 – Aree di riserva e di ricarica (Tav. 9 PTUA 2006)

3.5 PTUA 2016

Il processo di revisione del PTUA 2006 è iniziato formalmente nel maggio del 2015.

A seguito della adozione del nuovo Programma di Tutela e Uso delle Acque (effettuata con Deliberazione n. 6862 del 12 luglio 2017) e dell'espressione del parere vincolante di competenza dell'Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po, è stato approvato definitivamente il PTUA di Regione Lombardia, con Delibera n. 6990 del 31 luglio 2017, che sostituisce il PTUA approvato nel 2006.

Il PTUA 2016 è costituito dai seguenti documenti:

- a. Relazione generale;
- b. Elaborato 1: Caratterizzazione, monitoraggio e classificazione dei corpi idrici superficiali;
- c. Elaborato 2: Caratterizzazione, monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei;
- d. Elaborato 3: Analisi pressioni e impatti;
- e. Elaborato 4: Registro aree protette;
- f. Elaborato 5: Bilancio Idrico e usi delle acque;
- g. Elaborato 6: Analisi economica;
- h. Norme tecniche di attuazione;
- i. Misure di piano;

j. Cartografia:

- Tavola 1: Corpi idrici superficiali e bacini drenanti
- Tavola 2: Corpi idrici sotterranei
- Tavola 3: Corpi idrici superficiali - Stato ecologico e rete di monitoraggio 2009-2014
- Tavola 4: Corpi idrici superficiali - Stato chimico e rete di monitoraggio 2009-2014
- Tavola 5: Corpi idrici sotterranei - Stato quantitativo e rete di monitoraggio 2009-2014
- Tavola 6: Corpi idrici sotterranei - Stato chimico e rete di monitoraggio 2009-2014
- Tavola 7: Corpi idrici superficiali – Obiettivo ecologico e rete di monitoraggio 2014-2019
- Tavola 8: Corpi idrici superficiali – Obiettivo chimico e rete di monitoraggio 2014-2019
- Tavola 9: Corpi idrici sotterranei - Obiettivo quantitativo e rete di monitoraggio 2014-2019
- Tavola 10: Corpi idrici sotterranei - Obiettivo chimico e rete di monitoraggio 2014-2019
- Tavola 11A: Registro delle Aree protette (Aree designate per l'estrazione di acqua destinata al consumo umano e Zone di protezione delle acque sotterranee per l'utilizzo potabile)
- Tavola 11B: Registro delle Aree protette (Acque destinate alla balneazione, Aree sensibili, Zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola, Acque idonee alla vita dei pesci, Corpi idrici destinati alla tutela di specie ittiche economicamente significative)
- Tavola 11C: Registro delle Aree protette (Aree designate per la protezione degli habitat e delle specie)

k. Database di piano;

l. Rapporto ambientale;

m. Studio di Incidenza;

n. Sintesi non tecnica;

3.5.1 REVISIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Le attività di studio effettuate nell'ambito della revisione del PTUA hanno permesso una ridelimitazione e riclassificazione dei Corpi Idrici negli ambiti di pianura e fondovalle del territorio Lombardo. Tale approfondimento è stato condotto attraverso l'identificazione di una rete di monitoraggio quantitativa degli acquiferi lombardi di pianura (integrativa a quella già esistente e gestita da ARPA Lombardia) e la successiva realizzazione di due campagne di misura piezometrica, nonché attraverso la ricostruzione del modello concettuale della struttura idrogeologica nei settori di fondovalle e di pianura.

L'individuazione dei corpi idrici sotterranei del settore di pianura è stata condotta attraverso l'identificazione delle principali idrostrutture, ossia del sistema di relazioni tra i complessi idrogeologici tridimensionali, omogenei al loro interno, identificati per le modalità con cui si attua la circolazione idrica, e per i limiti che le separano dai complessi adiacenti.

All'interno di ciascuna idrostruttura sono stati individuati limiti il più possibile oggettivi e riconoscibili (ad esempio corsi d'acqua drenanti di rilevanza regionale o spartiacque idrogeologici) tali da permettere la definizione di corpi idrici sotterranei utili per le successive programmazioni d'uso.

La definizione dei limiti drenanti è stata condotta, in analogia a quanto già effettuato in sede di redazione del PTUA 2006 attraverso la ricostruzione delle linee isopiezometriche e l'intersezione delle stesse con i db topografici (punti quotati della Carta Tecnica Regionale e del Progetto Lidar - Light Detection and Raging) e con i livelli delle stazioni idrometrografiche della rete Arpa Lombardia.

La definizione degli spartiacque idrogeologici di interesse regionale è invece stata fatta individuando preliminarmente gli spartiacque con il metodo watershed map (soglia a 12.000 celle) del software Surfer12, nelle diverse condizioni piezometriche (marzo 2003, aprile-maggio 2014 e settembre 2014), ed identificando tra di essi gli spartiacque mantenutisi sostanzialmente stabili nel tempo.

A livello regionale sono stati quindi individuati:

- 4 complessi idrogeologici
- 12 subcomplessi idrogeologici
- 20 Corpi Idrici individuati nella zona di pianura e precisamente:
 - 13 CI nell'idrostruttura sotterranea superficiale di pianura
 - 6 CI nell'idrostruttura sotterranea intermedia di pianura
 - 1 CI nell'idrostruttura sotterranea profonda di pianura
- 10 CI individuati in 8 diversi fondovalle (5 individuati già in precedenza - Valtellina, Val Chiavenna, Val Camonica, Val Trompia e Val Sabbia e 3 di nuova identificazione - Val Brembana, Val Seriana e Val Cavallina).

Tabella 6 - Nuovi complessi idrogeologici definiti

<i>Complessi idrogeologici</i>	<i>Subcomplessi idrogeologici</i>	
Depositi Quaternari	<i>ISS</i>	Idrostruttura Sotterranea Superficiale
	<i>ISI</i>	Idrostruttura Sotterranea Intermedia
	<i>ISP</i>	Idrostruttura Sotterranea Profonda
	<i>ISF</i>	Idrostruttura Sotterranea di Fondovalle
Formazioni Carbonatiche ed Unità Associate	<i>DQ</i>	Depositi Quaternari dei Bordi Pedemontani Alpino e Appenninico
	<i>FC</i>	Formazioni Carsiche
	<i>FCL</i>	Formazioni Carsiche Localizzate
Formazioni Terrigene Cretacico-Neogeniche	<i>FCS</i>	Formazioni Carbonatiche e Unità Associate, Sterili
	<i>FTA</i>	Formazioni Terrigene Appenniniche
Basamenti Metamorfici, Corpi Magmatici e Rocce Clastiche Associate	<i>FTP</i>	Formazioni Terrigene Prealpine
	<i>BM</i>	Basamenti Metamorfici e Corpi Magmatici
	<i>CAV</i>	Conglomerati, Arenarie e Vulcaniti Sudalpine

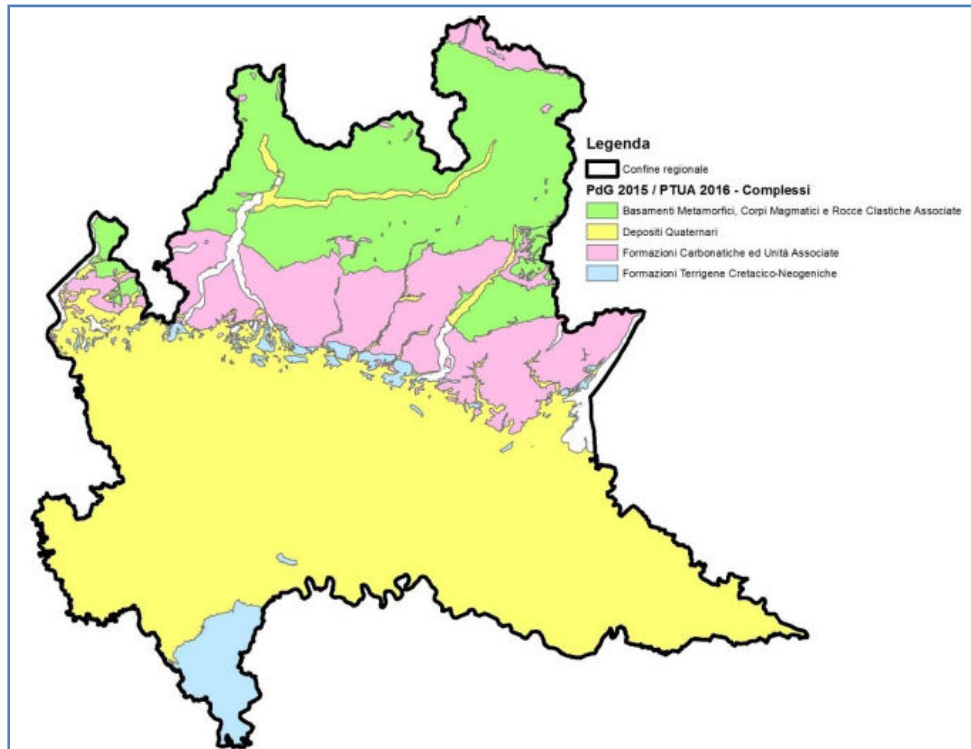


Figura 3.12 - Complessi idrogeologici sotterranei - Allegato 2 PTUA 2016

3.5.1.1 *Caratteristiche e limiti delle principali idrostrutture*

I confini delle principali idrostrutture dei settori di pianura sono stati identificati nel contatto tra la piana lombarda e le forme di origine glaciale pedemontane (sistemi morenici), desunti dalla cartografia geomorfologica di Regione Lombardia.

In corrispondenza di tali limiti infatti si osservano, nel sottosuolo, importanti variazioni litologiche (presenza di depositi glaciali, interglaciali e di aree di affioramento del substrato roccioso) che interrompono la continuità laterale dei complessi idrogeologici di pianura.

La caratterizzazione verticale degli acquiferi di pianura è stata effettuata attraverso una maglia di sezioni regolari, suddivise, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua che dividono il settore di pianura in direzione NO - SE (Ticino, Adda e Oglio), in 4 settori geografici:

- Pavese
- Ticino Adda
- Adda Oglio
- Oglio Mincio.

Attraverso le sezioni idrogeologiche è stato ricostruito l'andamento verticale dei principali corpi idrici sotterranei. Per la definizione delle unità idrostratigrafiche è stata adottata la classificazione di Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002, che identifica i seguenti complessi idrogeologici:

- **Gruppo Acquifero A** (Olocene-Pleistocene Medio);

- **Gruppo Acquifero B** (Pleistocene Medio);
- **Gruppo Acquifero C** (Pleistocene Medio).

Il Gruppo Acquifero D non è analizzato in quanto, essendo posto normalmente a profondità superiori ai 300 m da p.c., non riveste interesse ai fini della presente classificazione.

Le sezioni idrogeologiche riportano le stratigrafie dei pozzi ed i limiti di idrostruttura proposti e, per confronto:

- i limiti, ricostruiti attraverso l'andamento delle basi dei complessi idrogeologici, dei Gruppi Acquiferi di Regione Lombardia e ENI, rivisti;
- i limiti dell'acquifero superficiale come identificato nel PTUA.

Sono quindi state identificate 3 idrostrutture principali di seguito elencate dall'alto verso il basso:

- ISS (Idrostruttura Sotterranea Superficiale), sede dell'acquifero libero, comprendente il Gruppo Acquifero A e B, nei settori di alta pianura Lombarda, e la porzione superiore del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A1 nel presente documento), nella media e bassa.
- ISI (idrostruttura Sotterranea Intermedia), sede di acquiferi da semiconfinati a confinati, comprendente la porzione profonda del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A2 nel presente documento) e il Gruppo Acquifero B presente nella media e bassa pianura.
- ISP (idrostruttura sotterranea profonda), sede di acquiferi confinati comprendente il Gruppo Acquifero C nei settori di alta e media pianura in cui esso è conosciuto tramite indagini dirette e captato.

I limiti tra idrostrutture sono stati posti in corrispondenza del tetto dell'aquitardo/aquicludo di separazione tra le due idrostrutture, in genere in corrispondenza del tetto di un livello significativamente spesso e continuo di argille e/o limi.

Relazioni con il territorio comunale

Gli acquiferi presenti nel sottosuolo di Pavia appartengono all'ISS - MEDIA PIANURA TICINO – LAMBRO e ISS – BASSA PIANURA PO, all'ISI MEDIA PIANURA TICINO –ADDA le cui caratteristiche sono di seguito descritte. L'idrostruttura ISP non è definita nel territorio di Pavia in quanto non sono disponibili diretti a causa del suo eccessivo approfondimento (il top dell'unità è infatti posto a profondità maggiori di 200 m).

➤ ISS - MEDIA PIANURA TICINO – LAMBRO

Il corpo idrico si posiziona nel contesto geomorfologico della media pianura, in corrispondenza del settore sud-occidentale e meridionale della Provincia di Milano e del settore settentrionale di quella di Pavia, delimitato dai Fiumi Ticino a O, Fiume Lambro a E, a quota topografica compresa tra 140 e 50 m s.l.m. A nord e sud è in continuità rispettivamente con le idrostrutture dell'alta pianura Ticino-Adda e della bassa pianura del Po.

Da un punto di vista idrostratigrafico, l'unità si sviluppa interamente in seno al gruppo acquifero A1, con carattere libero nelle porzioni settentrionali e semiconfinato verso S, per la

presenza di livelli limoso-argillosi con buona continuità areale e discreto spessore (fino a 20 m).

Dall'esame degli schemi idrogeologici, si osserva che l'idrostruttura, la cui base è collocata a quote comprese tra 10 e 100 m s.l.m., non ha soluzione di continuità con l'acquifero intermedio sottostante (comunicazione idraulica), mentre solo localmente è separato dalla presenza degli orizzonti a bassa permeabilità di separazione tra A1 e A2, conferendo un carattere di semi confinamento all'acquifero.

In profondità, nella parte settentrionale dell'unità, il corpo idrico "ISS –Media Pianura Ticino Lambro" è in contatto con l'idrostruttura profonda ISI; tale condizione è in relazione alla discordanza angolare del limite di idrostruttura rispetto alla stratificazione dei depositi dell'unità sottostante.

Lo spessore presenta valori minimi (30 m) nella zona di Cisliano - Albairate e nella porzione settentrionale del comune di Milano e valori medi di circa 50 m; i massimi spessori si attestano nella zona di Miradolo Terme-San Colombano al Lambro (95 m).

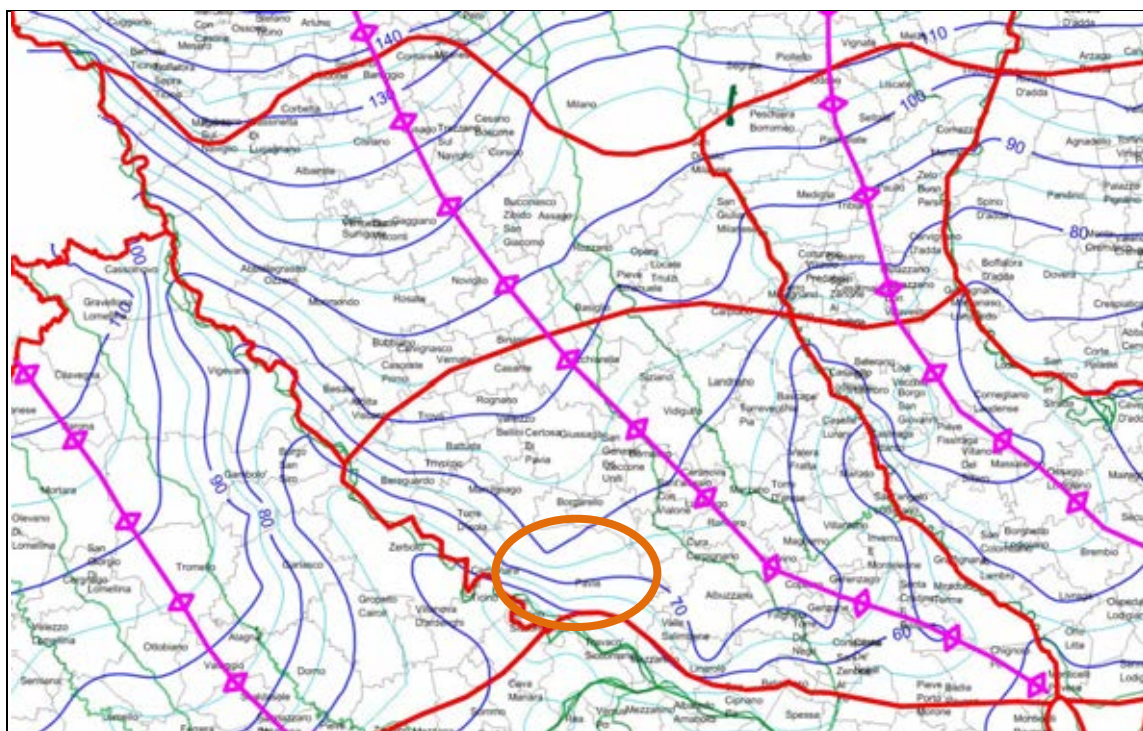
Da un punto di vista litologico i depositi che ospitano l'idrostruttura sono costituiti da ghiaie sabbiose e sabbioso-limose, sabbie, cui s'intercalano livelli plurimetrici limosi e argillosi che diventano più frequenti verso S.

L'idrostruttura svolge un'azione di ricarica degli acquiferi intermedi e profondi in corrispondenza dell'interruzione della continuità degli aquitardi ed è in rapporto di ricarica/alimentazione nei confronti dei corsi d'acqua che la attraversano e di scarico in corrispondenza delle aree di risorgiva.

L'andamento piezometrico evidenzia la presenza degli assi di drenaggio costituiti dal F. Lambro e F. Ticino e dello spartiacque idrogeologico tra Lambro e Ticino.

Dall'esame della piezometria superficiale si evidenzia la presenza di due assi di drenaggio in corrispondenza del F. Ticino e del F. Lambro e di uno spartiacque idrogeologico con asse NW-SE posto sulla direttrice Bareggio - Chignolo Po.

L'ISS Media Pianura Ticino Lambro può essere suddiviso in due ulteriori corpi idrici (Ticino Lambro Nord, Ticino Lambro Sud) sulla base dei dati di monitoraggio idrochimico.



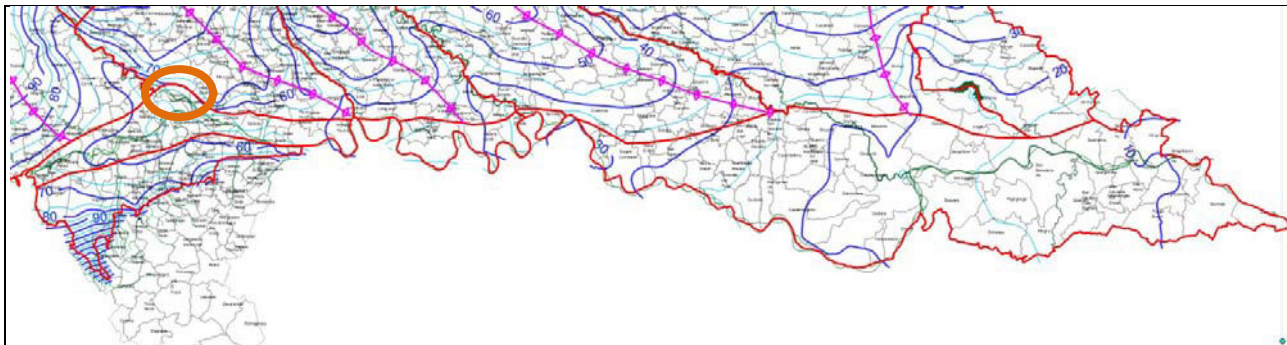
- In rosso**- limite di corpo idrico
- In verde**- reticolo idrografico principale
- In blu**- piezometria superficiale al maggio 2014
- In magenta**- principali spartiacque sotterranei

Figura 3.13 - Corpo Idrico ISS –MEDIA PIANURA TICINO-LAMBRO

➤ ISS - BASSA PIANURA PO

Il corpo idrico si trova nel contesto morfologico della bassa pianura lombarda, in corrispondenza della piana alluvionale recente e attuale del F. Po, sviluppandosi in senso longitudinale, sia in destra sia in sinistra idrografica del F. Po nel settore occidentale, e solo in sinistra idrografica nel settore centrale e orientale; in quest'ultimo settore assume la maggiore estensione areale. Comprende comuni delle provincie di Pavia, Lodi, Cremona e Mantova. I suoi confini sono così identificati:

- a N con le idrostrutture della media pianura;
- a S con l'ISS Oltrepò Pavese nella parte occidentale e con l'alveo del F. Po nei settori centrali e orientali corrispondente al confine con l'Emilia Romagna.



- In rosso-** limite di corpo idrico
- In verde-** reticolo idrografico principale
- In blu-** piezometria superficiale al maggio 2014
- In magenta-** principali spartiacque sotterranei

Figura 3.14 - Corpo Idrico ISS –BASSA PIANURA PO

L'idrostruttura è contenuta nel sottogruppo A1, costituito da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi nel settore occidentale e da depositi a granulometria più fine nel settore orientale, ovvero sabbie localmente limose con intercalazioni argillose. Il corpo idrico assume caratteri di acquifero da libero a semiconfinato. Localmente (area Serravalle Po) l'acquifero risulta confinato entro livelli permeabili delimitati a tetto da livelli argillosi presenti a partire dalla superficie.

Il limite inferiore dell'idrostruttura, collocato a quote comprese tra 0 m s.l.m. e -50 m s.l.m. tende ad approfondirsi verso i settori sud-orientali e orientali; il passaggio all'unità intermedia è identificato quasi ovunque dalla presenza dei livelli argillosi contenuti al tetto ed entro l'unità A2. Lo spessore raggiunge massimi di 70 m nell'area di Suzzarra-Gonzaga (settor sud-orientale) e nell'estremo lembo orientale (area Felonica) e minimi di 20-25 m nel settore occidentale (Pancarana, Pinerolo Po) e nella porzione occidentale del settore orientale (Solarolo Rainero).

La ricostruzione dell'andamento piezometrico evidenzia la forte diminuzione del gradiente idraulico della falda rispetto alle aree di alta e media pianura e minimi dislivelli rispetto alla superficie topografica. L'acquifero è in equilibrio idraulico con il F. Po, svolgendo un'azione di alimentazione, nei periodi di magra del fiume, o di drenaggio, in occasione delle piene.

➤ ISI - MEDIA PIANURA TICINO – ADDA

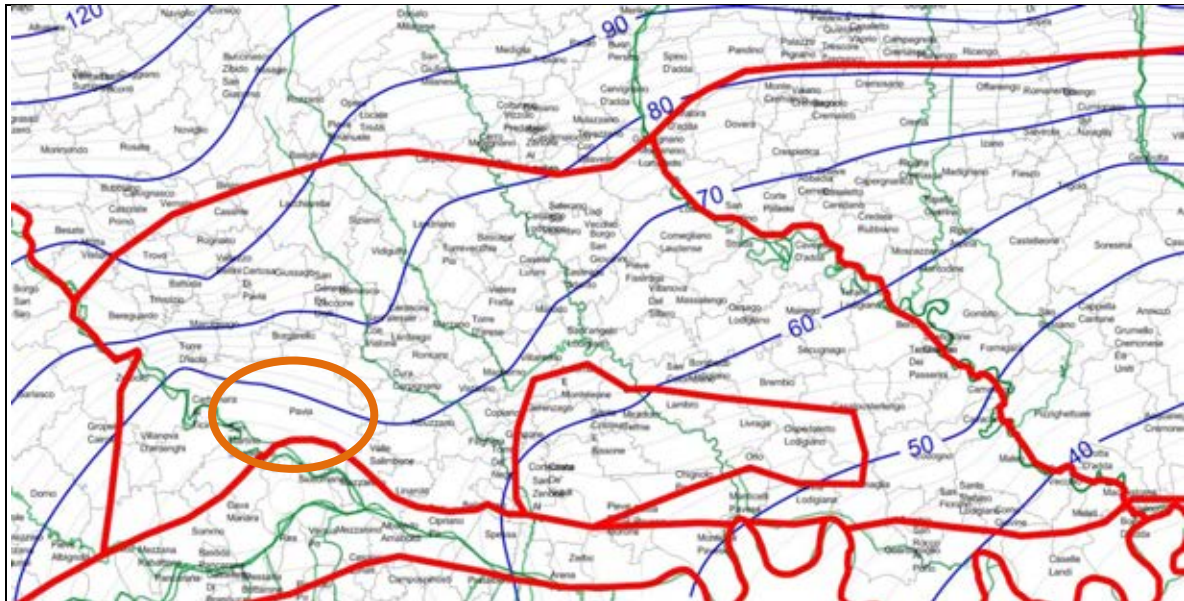
Il corpo idrico si trova nel contesto geomorfologico della media pianura di transizione alla bassa pianura, in corrispondenza dei comuni del settore nord-orientale della Provincia di Pavia e del settore occidentale della Provincia di Lodi. I confini del corpo idrico, rappresentati sia da elementi fisiografici, quali corsi d'acqua, che da variazioni tessiturali complessive dei depositi (che determinano una variazione nelle modalità di interscambio con l'acquifero superiore), sono i seguenti:

- il limite W è rappresentato dal contatto con l'ISI Media Pianura Pavese posto ad W del F. Ticino;
- il limite N è rappresentato dal l'ISI Media Pianura Ticino Mella;

il limite E è rappresentato dal F. Adda;

il limite S è rappresentato dal passaggio alla piana alluvionale del F. Po.

E' esclusa dal corpo idrico l'area dell'alto di San Colombano, in corrispondenza della quale le evidenze idrostratigrafiche testimoniano un significativo assottigliamento dell'idrostruttura, qui caratterizzata da litotipi prevalentemente impermeabili, a causa della risalita del gruppo acquifero C.



- In rosso**- limite di corpo idrico
- In verde**- reticolo idrografico principale
- In blu**- piezometria profonda al maggio 2014

Figura 3.15 - Corpo Idrico ISI-MEDIA PIANURA TICINO ADDA

Si differenzia dai corpi idrici di media pianura situati più a N per la presenza di condizioni di confinamento dei diversi orizzonti acquiferi che lo costituiscono e per la riduzione dei rapporti di interscambio con le unità soprastanti e sottostanti.

L'idrostruttura che lo costituisce è contenuta all'interno dei sedimenti della porzione profonda del gruppo acquifero A (sottogruppo A2) e del gruppo acquifero B.

Contiene un acquifero multistrato generalmente in lieve sovrappressione rispetto all'acquifero superficiale con eccezioni delle aree di forte ricarica irrigua della falda (lungo gli assi dei canali principali dove ancora la falda superficiale si mantiene a quote maggiori rispetto agli acquiferi profondi), ed in corrispondenza delle scarpate principali (dove si registrano fenomeni locali di forte sovrappressione dell'acquifero).

Litologicamente i depositi che ospitano il corpo idrico sono costituiti in prevalenza da sabbie e sabbie ghiaiose, passanti a bancate metriche di limi e argille localmente torbose; al tetto ed alla base dell'unità le intercalazioni argillose assumono buona continuità areale e spessore localmente superiore a 10 m.

L'acquitrando di separazione tra ISS e ISI presenta spessori massimi nel settore sud orientale del corpo idrico (tra Casalpusterengo e Codogno).

L'idrostruttura è separata dalla sottostante ISP da orizzonti argillosi di spessore non noto in quanto in genere le perforazioni a scopo di ricerca idrica raggiungono al massimo la base dell'ISI, senza tuttavia approfondirsi in essa.

La base dell'idrostruttura è collocata a quote comprese tra -75 m s.l.m. a N e -250m s.l.m. a SE e lo spessore presenta valori crescenti da 40 a 260 m all'approfondirsi dell'idrostruttura verso la bassa pianura del Po.

La base del corpo idrico (base ISI conosciuto) si approfondisce da quote di -50 m s.l.m a N a quote di -100 m s.l.m. verso SE e SW; lo spessore presenta valori crescenti da 90 a 120-140 m all'approfondirsi dell'idrostruttura verso la bassa pianura del Po e la piana dell'Adda.

La superficie piezometrica è caratterizzata da andamento radiale divergente verso SO condizionata dalla presenza di un asse di drenaggio principale posto in corrispondenza della piana alluvionale attuale del F. Ticino e di quella del F. Po.

3.6 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI PAVIA (PTCP)

La Provincia di Pavia ha approvato la Variante al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) il 23 aprile 2015 con Deliberazione di Consiglio n. 30. La Variante di PTCP è pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia serie Avvisi e Concorsi n.37, e rappresenta il PTCP vigente, avendo acquisito efficacia con la pubblicazione il 9 settembre 2015.

Il Piano Territoriale di Coordinamento è strumento di governo del territorio per la Provincia di Pavia ai sensi dell'articolo 20 del D.lgs 267/2000 e ss.mm.ii., dell'articolo 1 comma 85 della L 56/2014 e ss.mm.ii. e degli articoli 2-15-16-17-18 della LR 11 marzo 2005 n.12 e ss.mm.ii.

Il PTCP attua le indicazioni della pianificazione e programmazione territoriale regionale, definisce gli obiettivi di governo del territorio per gli aspetti di interesse provinciale e sovracomunale, coordina la pianificazione dei comuni, e si raccorda ai contenuti degli altri piani territoriali e di settore mediante intese con gli enti gestori.

La provincia svolge la funzione di coordinamento territoriale perseguendo le seguenti finalità di base, articolate in obiettivi generali e specifici negli articoli che seguono:

- a) Riconoscimento degli ambiti territoriali di area vasta che sono presenti nell'ambito amministrativo provinciale, e tutela e valorizzazione delle identità culturali e ambientali locali che li caratterizzano.
- b) Definizione del quadro di riferimento per le reti di mobilità e tecnologiche, per il sistema dei servizi, per gli aspetti paesaggistici e ambientali, ed in generale per tutti gli aspetti che presentino potenziali ricadute sovracomunali.
- c) Precisazione, arricchimento e sviluppo delle indicazioni di carattere ricognitivo e valutativo nonché dispositivi contenute nel Piano paesaggistico regionale e definizione del quadro di riferimento per i contenuti paesaggistici di dettaglio della pianificazione comunale e per l'esame paesistico di cui al Titolo II delle presenti norme.

d) Promozione del territorio, delle sue potenzialità, attraverso la creazione di condizioni territoriali favorevoli allo sviluppo delle competenze imprenditoriali che si sono nel tempo formate nei comparti del primario, secondario e terziario.

e) Coordinamento delle strategie territoriali sovracomunali degli enti locali e di settore, attraverso la definizione di un sistema di regole e di limiti di riferimento, e la definizione di modalità di confronto cooperativo e negoziale tra istituzioni.

Si è proceduto pertanto, come indicato dalla d.g.r. IX/2616/2011, alla consultazione e allo sviluppo critico dei tematismi del PTCP ritenuti di interesse per il presente studio. L'analisi è stata effettuata secondo la struttura delle norme e degli elaborati del PTCP vigente e si è quindi proceduto alla disamina degli aspetti riferiti al capo CAPO 7 – AREE E AMBITI DI DEGRADO E COMPROMISSIONE PAESAGGISTICA O A RISCHIO DI DEGRADO e al CAPO 8 – DIFESA DEL SUOLO E GEOLOGIA.

La tavola 1b del PTCP "Tavola Urbanistico-Territoriale" il territorio di Pavia è interessato da aree dismesse e/o aree con attuazione delle bonifiche.

L'Articolo II – 59 "Prescrizioni particolari per le aree dismesse e per le zone ove si abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un'alterazione della qualità delle matrici ambientali" delle NdA del PTCP evidenzia:

1. Per i siti contaminati o potenzialmente tali (procedure ex DM 471/1999 e ss.mm.ii., D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e situazioni confrontabili pre DM 471/1999 e ss.mm.ii.) ad esclusione dei siti già indagati con verifica di assenza di contaminazioni o già bonificati, con area svincolata e/o con certificato provinciale di avvenuta bonifica già emesso senza vincoli, ogni intervento è subordinato al recepimento delle risultanze e delle eventuali prescrizioni dell'istruttoria conclusa. Tali aspetti devono essere esplicitati nella cartografia di PGT e riportati nel certificato di destinazione urbanistica, in coerenza a quanto prescritto al comma 2, art. 251 del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. Nella cartografia di PGT sono anche segnalati i casi di iter in corso ex art. 242 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

2. I siti non ancora indagati, comprensivi di tutte le ex aree industriali dismesse, gli ex distributori di carburanti, le aree ove sono stati presenti stoccaggi di idrocarburi e comunque in ogni caso in cui la storia del sito e le attività condotte su esso può far supporre una alterazione delle matrici ambientali, devono essere soggetti a preventiva indagine preliminare con i contenuti richiesti a quest'ultima dall'articolo 242 del D.lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii.

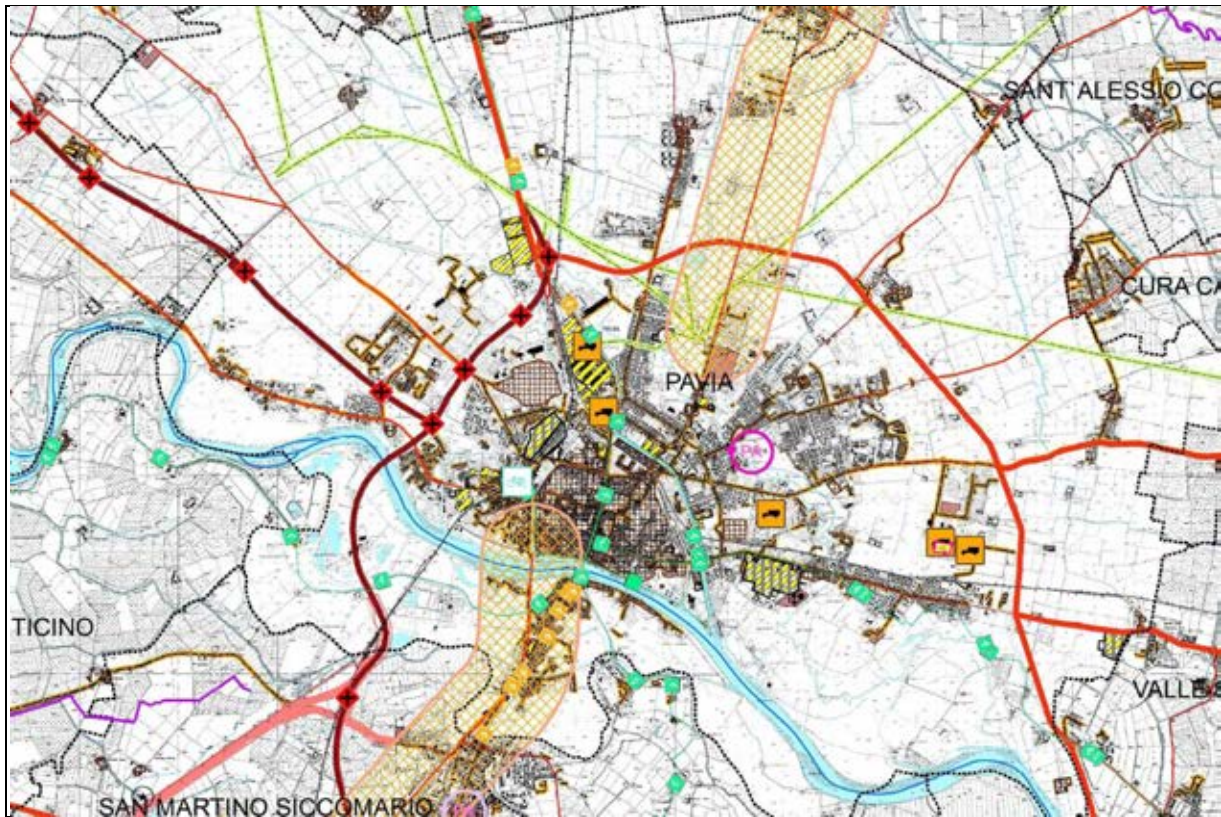
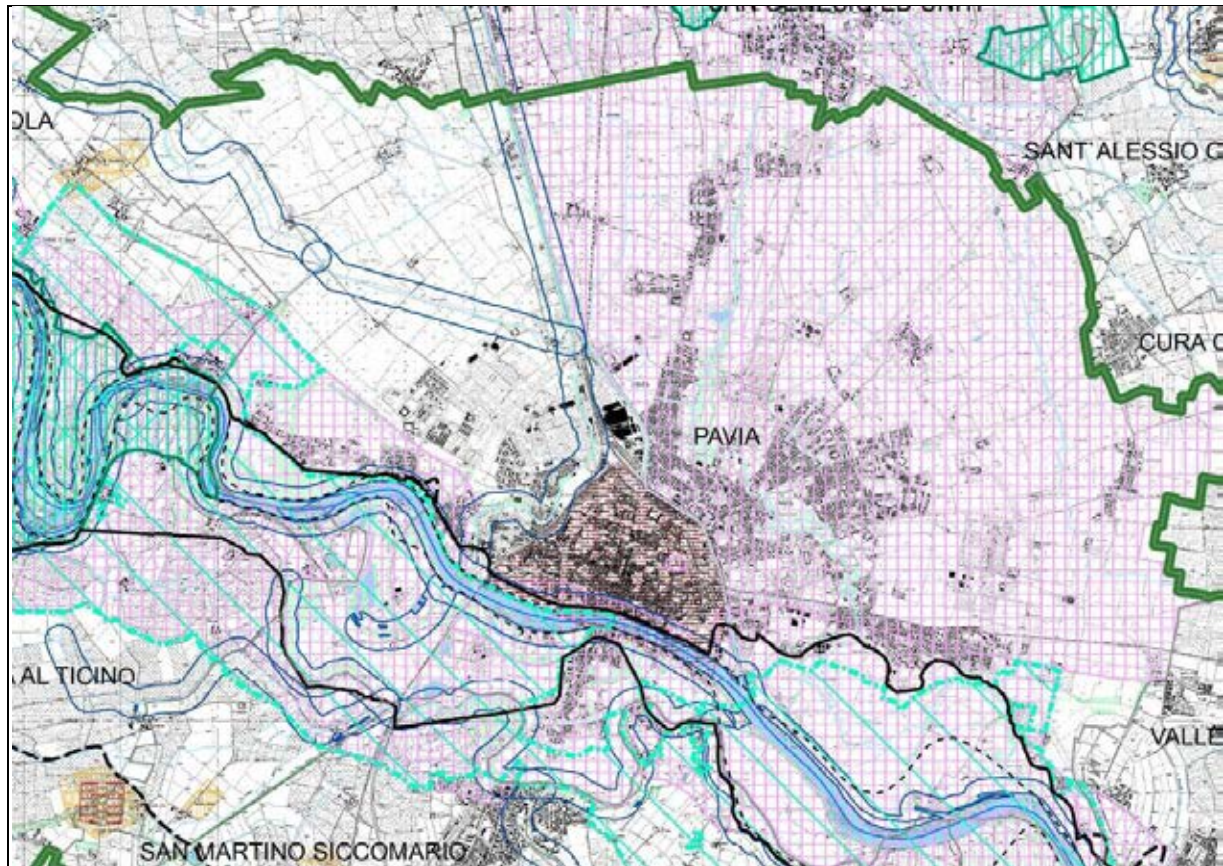




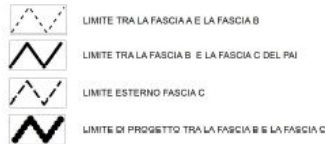
Figura 3.16 – Stralcio della Tav.1b "Tavola urbanistico territoriale" e relativa legenda

Secondo la Tav. 4b "Carta delle Invarianti", il territorio di Pavia dal punto di vista della Difesa del Suolo è interessato dalle fasce fluviali del PAI.



DIFESA DEL SUOLO

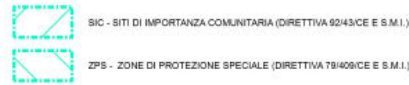
FASCE FLUVIALI PAI AI SENSI DELLA L. 183/1989 (APPROVATE CON DCPM 8 AGOSTO 2001)



BENI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI (D.LGS 22 GENNAIO 2004 N.42 s.m.i.)



SITI DELLA RETE ECOLOGICA EUROPEA NATURA 2000



RIFERIMENTI TERRITORIALI

IL SISTEMA DELLE ACQUE



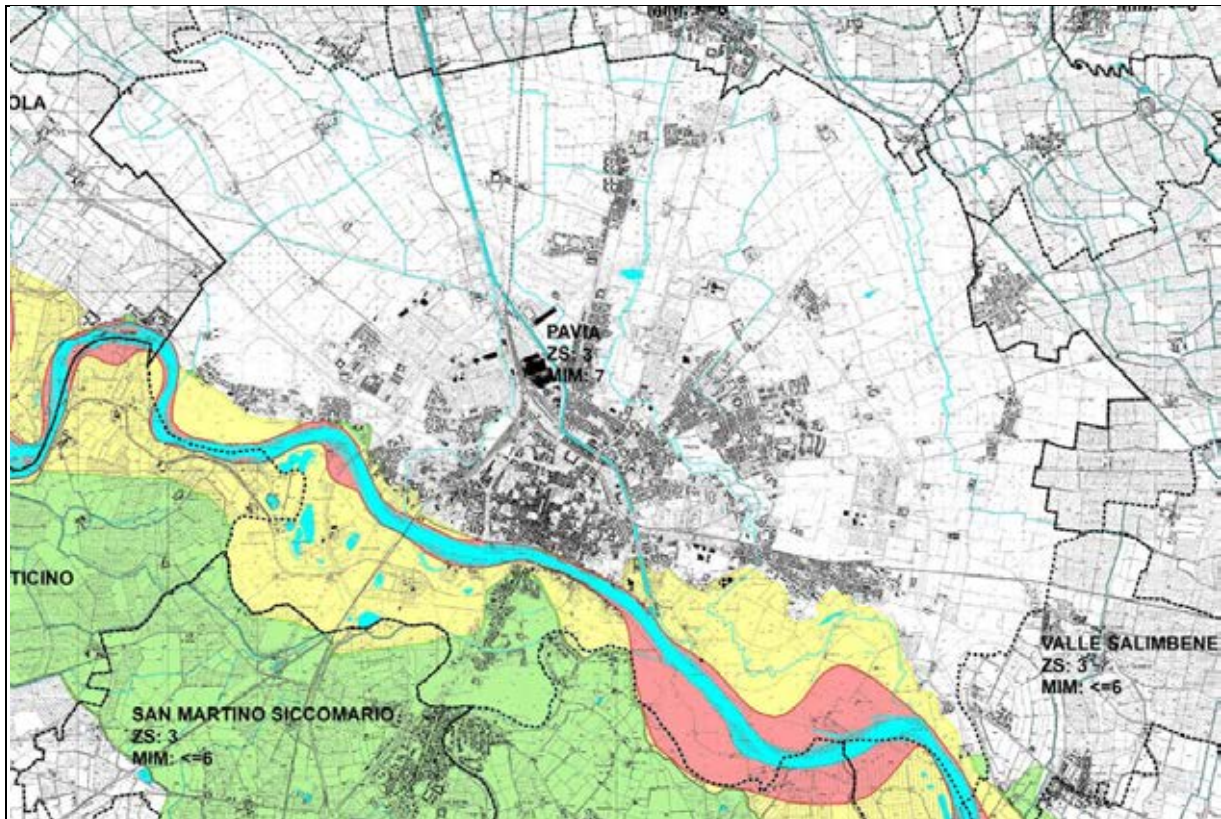
Figura 3.17 – Stralcio della Tav. 4b "Carta delle Invarianti" e relativa legenda

La tavola 5 del PTCP "Carta del dissesto e della classificazione sismica" evidenzia che il territorio comunale risulta classificato:

- zona sismica 3;
- valore di Massima Intensità Macrosismica (MIM) (dato desunto dalla Banca dati macrosismici del GNDD e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile) pari a 7;
- classe di rischio R4 - Molto elevato per esondazione: sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socioeconomiche.

L'Articolo II – 57 Valutazione della pericolosità sismica delle Norme di Attuazione del PTCP evidenzia che "nello studio geologico di PGT, in funzione della classificazione sismica comunale, devono essere effettuate specifiche analisi della pericolosità sismica locale in coerenza a quanto definito al Punto 1.4 "Analisi della pericolosità sismica" dell'Allegato A alla DGR 28 maggio 2008, n. 8/7374 e successivo Allegato 5 così come modificato dalla D.G.R. 30 novembre 2011, n. IX/2616, onde considerare anche il rischio sismico nella pianificazione urbanistica comunale".

L'Articolo II – 56 Ulteriori elementi di approfondimento delle Norme di Attuazione del PTCP riporta che nello studio geologico di PGT per le aree interessate da criticità/dissesto devono essere effettuati specifici accertamenti ed approfondimenti onde attribuire la classe di fattibilità geologica in coerenza a quanto definito dalla D.G.R. IX/2616/2011.



AREE SOGGETTE A RISCHIO IDRAULICO PAI: FASCE A, B, C E C DELIMITATA DA UN LIMITE DI FASCIA B DI PROGETTO (1)

- Fascia fluviale A
- Fascia fluviale B
- Fascia fluviale C
- Limite fascia fluviale B di progetto

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI E MASSIME INTENSITÀ MACROSISMICHE OSSERVATE NELLA PROVINCIA DI PAVIA (4, 5)

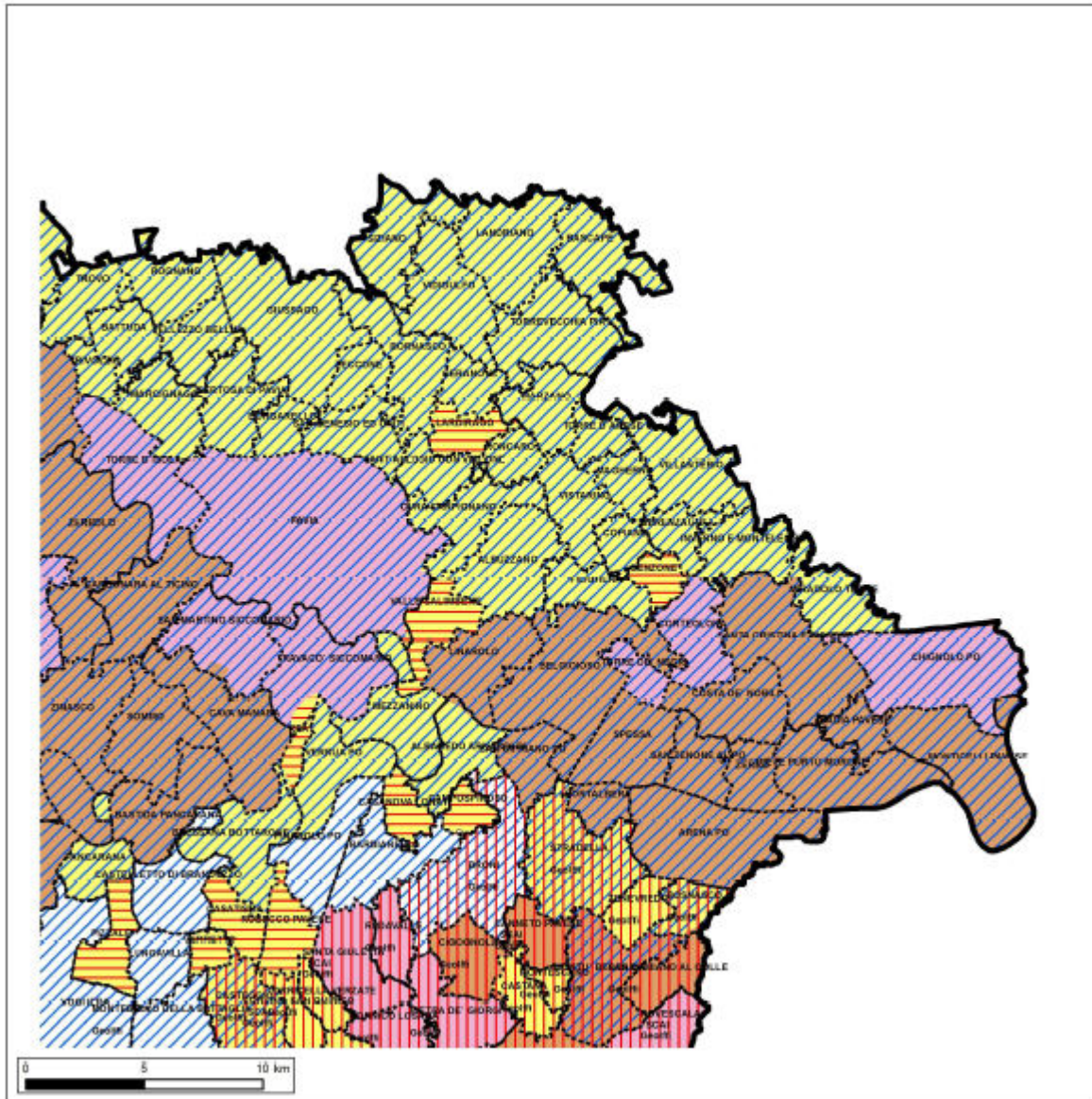
Zona Sismica (ZS) di appartenenza dei comuni (4)

- ZS=2** Comune il cui territorio è classificato in zona sismica 2
- ZS=3** Comune il cui territorio è classificato in zona sismica 3
- ZS=4** Comune il cui territorio è classificato in zona sismica 4

Valore di Massima Intensità Macrosismica (MIM) osservata nei Comuni della Provincia di Pavia (valori in scala MSC - MSK) (5)

- MIM=<=6** Valore massimo osservato: <=6
- MIM=7** Valore massimo osservato: 7
- MIM=8** Valore massimo osservato: 8

ULTERIORI ELEMENTI DI RIFERIMENTO PER IL DISSESTO IDROGEOLOGICO (2, 3)



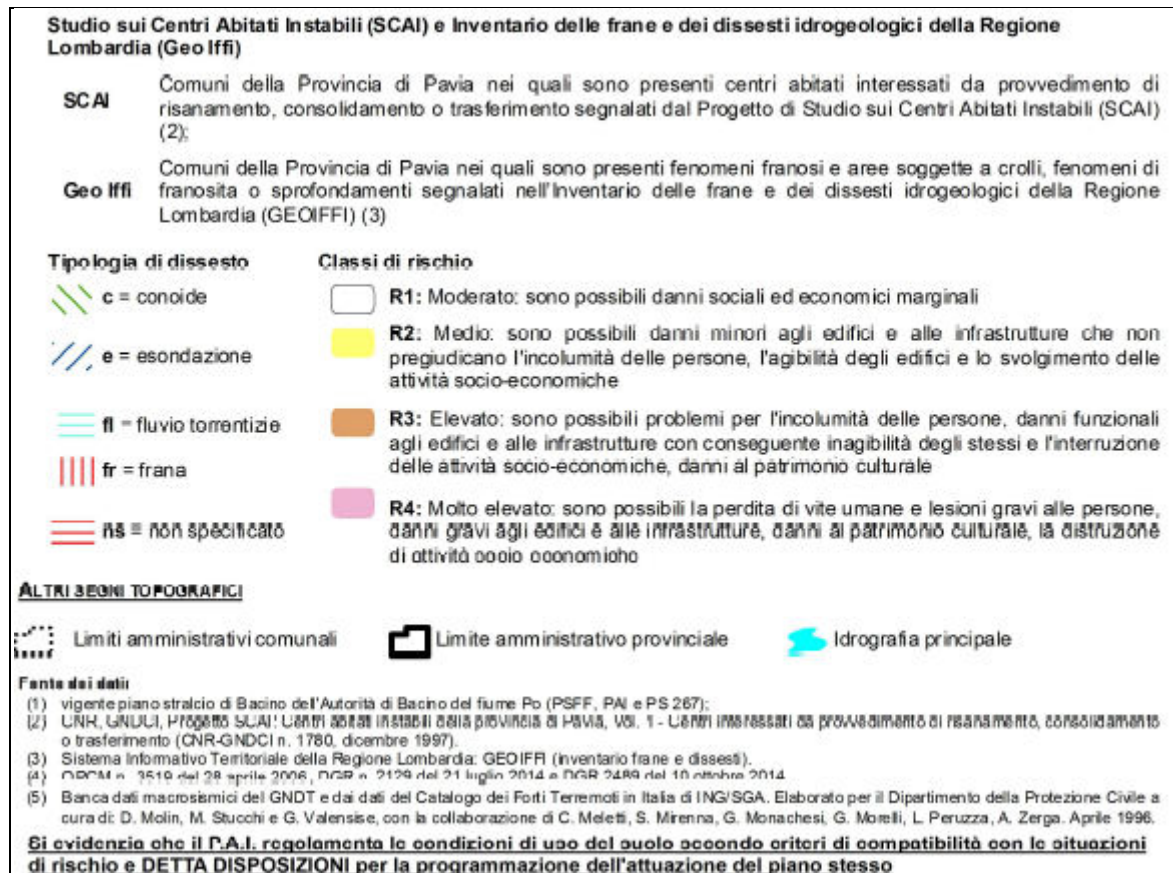


Figura 3.18 – Stralcio della Tav. 5b "Carta del dissesto e della classificazione sismica" e relativa legenda

3.7 LEGGE REGIONALE N. 4 DEL 15 MARZO 2016 - INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

La **l.r.15 marzo 2016 n. 4 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"**, pubblicata sul Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 11, Supplementi, del 18 marzo 2016, ha come scopo la tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di **mettere in sicurezza il territorio** e di intervenire sull'**attenuazione del livello di rischio idrogeologico**.

La legge specifica e disciplina **le attività di competenza di Regione Lombardia** riguardanti la difesa del suolo e la gestione dei corsi d'acqua e del demanio idrico nel territorio regionale. Inoltre, stabilisce **gli strumenti utili a realizzare tali attività** per raggiungere gli obiettivi legati alla difesa del suolo, alla gestione del demanio idrico fluviale e al riassetto idraulico e idrogeologico.

I principali temi che la legge affronta sono:

- gestione coordinata del **reticolo idrico minore**, di competenza comunale, e dei **reticoli principale e consortile**;
- rispetto dell'**invarianza idraulica**, dell'invarianza idrogeologica e del drenaggio urbano sostenibile;
- attività di **polizia idraulica** nel demanio idrico fluviale;

- manutenzione continuata e diffusa del territorio, dei corsi d'acqua, delle opere di difesa del suolo, delle strutture e dei sistemi agroforestali di difesa del suolo;
- ripristino delle condizioni di maggiore naturalità dei corsi d'acqua, recupero delle aree di pertinenza idraulica e riqualificazione fluviale;
- riordino delle competenze sulla **navigazione interna delle acque;**
- nuove competenze in tema di difesa del suolo per i **Consorzi di bonifica e irrigazione.**

In particolare, la legge introduce il concetto di **invarianza idraulica**: rispetto alle condizioni di partenza, non si deve aumentare il deflusso delle acque verso i fiumi nella realizzazione di nuovi edifici civili e industriali, di parcheggi e strade e di interventi di riqualificazione. Il tutto, introducendo progressivamente tecnologie e soluzioni progettuali (vasche volano, pozzi filtranti, tetti verdi, ecc.) che aiutino l'assorbimento dell'acqua nel terreno.

3.8 REGOLAMENTO REGIONALE 23 NOVEMBRE 2017 N. 7 E SS.MM.II.

Regione Lombardia, con il **Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7**, pubblicato sul BURL, Supplemento n. 48 Lunedì 27 novembre 2017, ha approvato il regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio). Il regolamento è stato integrato nel 2018 (r.r. n. 7 del 29 giugno 2018) con l'introduzione del periodo transitorio di disapplicazione del regolamento per alcune fattispecie di interventi e nel 2019 (r.r. 19 aprile 2019, n. 8, in vigore dal 25 aprile 2019).

Il regolamento si occupa della gestione delle acque meteoriche non contaminate, al fine di far diminuire il deflusso verso le reti di drenaggio urbano e da queste verso i corsi d'acqua già in condizioni critiche, riducendo così l'effetto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua stessi. A tal fine, il regolamento regionale detta una **nuova disciplina per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni di quelle esistenti, nonché per le infrastrutture stradali.**

In particolare, valgono le seguenti tempistiche di applicazione del regolamento per le diverse tipologie di intervento:

Tipologia di intervento	Data a partire dalla quale va applicato il regolamento regionale
Interventi di ristrutturazione edilizia consistenti nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito	01/01/2020
Interventi di nuova costruzione, esclusi gli ampliamenti	28/05/2018
Ampliamenti	01/01/2020
Interventi di ristrutturazione urbanistica	01/01/2020
Interventi relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta (Edilizia libera), aventi le	28/05/2018

caratteristiche indicate dal r.r. n. 7 del 2017	
Interventi pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 % del volume dell'edificio principale, aventi le caratteristiche indicate dal r.r. n. 7 del 2017	28/05/2018
Interventi relativi alla realizzazione di parcheggi, aree di sosta e piazze, aventi le caratteristiche indicate dal r.r. n. 7 del 2017	28/05/2018
Interventi relativi alla realizzazione di aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite	28/05/2018
Interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, aventi le caratteristiche indicate dal r.r. n. 7 del 2017	28/05/2018

Il regolamento integrato deve essere **applicato su tutto il territorio regionale**, tenendo conto del periodo di disapplicazione, in modo diversificato a seconda della criticità dell'area in cui si ricade: il territorio regionale, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori è stato infatti suddiviso in **aree a criticità alta (Aree A), media (Aree B) e bassa (Aree C)**.

I comuni appartenenti a ciascuna tipologia di area sono individuati nell'allegato C al R.R. n. 7/2017, così come sostituito dal R.R. n. 8/2019. Nell'immagine seguente è mostrata la suddivisione del territorio lombardo nei tre ambiti di criticità A, B e C.

Il comune di Pavia ricade in Area B - criticità media.

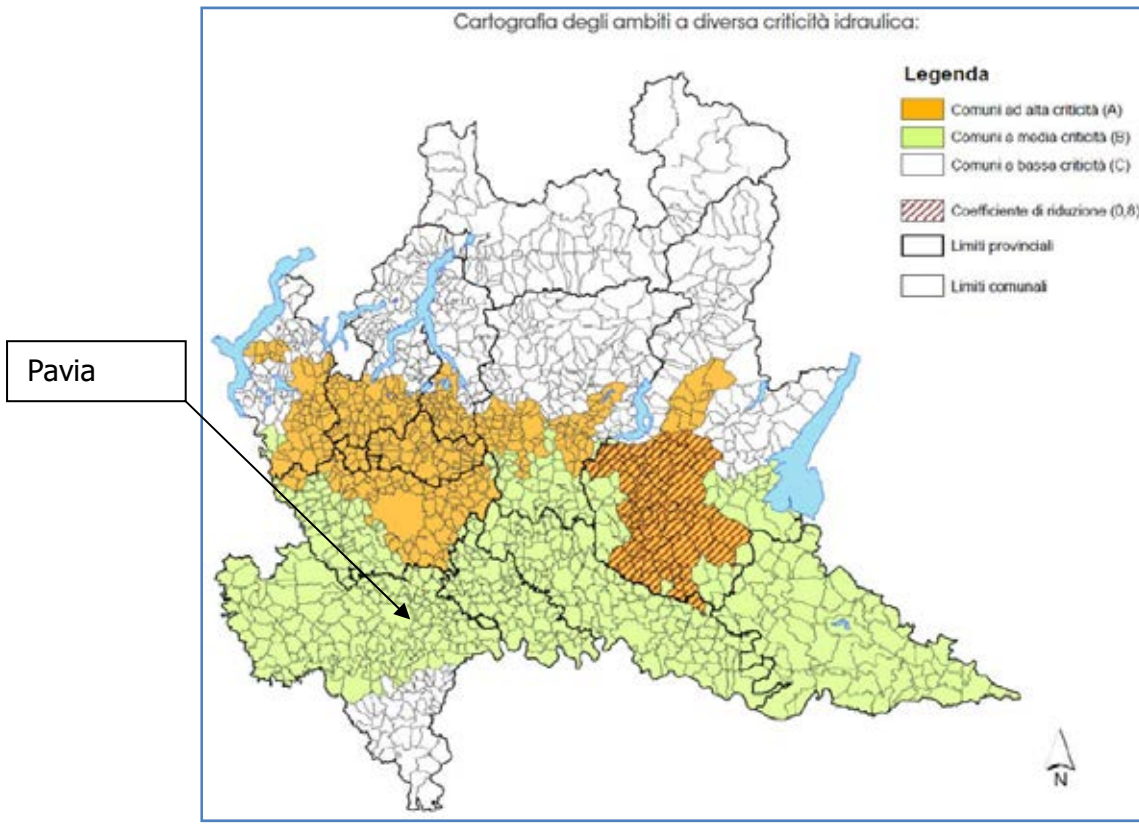


Figura 3.19 – Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica

I comuni, a seconda dell'area di criticità idraulica di appartenenza, nell'ambito degli atti di pianificazione e regolamentari sono tenuti ai seguenti adempimenti:

comuni in area A e B

- adeguamento del regolamento edilizio al regolamento regionale;
- redazione (facoltativa, nelle more di redazione dello studio comunale di cui al punto successivo) del "**Documento semplificato del rischio idraulico comunale**", che individua in forma semplificata le condizioni di pericolosità idraulica presenti sul territorio e le conseguenti situazioni di rischio, sulla base delle quali sviluppare le necessarie misure strutturali e non strutturali di prevenzione e contenimento;
- redazione dello "**Studio comunale di gestione del rischio idraulico**" (include i fenomeni esondativi connessi alla rete di drenaggio urbano), che contenga la rappresentazione delle attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e definisca puntualmente gli interventi di mitigazione da attuarsi;
- **approvare con atto del consiglio comunale** lo "Studio comunale di gestione del rischio idraulico"/"Documento semplificato del rischio idraulico comunale" (quest'ultimo di redazione facoltativa nelle more di redazione dello Studio comunale di gestione del rischio idraulico);
- **adeguamento del PGT** agli esiti dello Studio comunale di gestione del rischio idraulico nei tempi di cui all'art. 5, comma 3 della l.r. 31/2014, inserendo la delimitazione delle aree soggette ad allagamento, di cui all'articolo 14, comma 7, lettera a), numero 2 e

all'articolo 14, comma 8, lettera a), numero 1 nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT e inserendo le misure strutturali di cui all'articolo 14, comma 7, lettera a), numeri 5 e 6 nel piano dei servizi del PGT;

comuni in area C

- adeguamento del regolamento edilizio al regolamento regionale;
- redazione del "**Documento semplificato del rischio idraulico comunale**";
- redazione (facoltativa, soprattutto qualora vi sia evidenza di allagamenti all'interno del territorio comunale) dello "**Studio comunale di gestione del rischio idraulico**";
- adeguamento del PGT agli esiti del Documento semplificato del rischio idraulico/Studio comunale di gestione del rischio idraulico nei tempi di cui all'art. 5, comma 3 della l.r. 31/2014.

Lo "**Studio comunale di gestione del rischio idraulico**" contiene la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali. In particolare, lo studio contiene:

1. la delimitazione dell'evento meteorico di riferimento per tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni;
2. l'individuazione dei ricettori che ricevono e smaltiscono le acque meteoriche di dilavamento, siano essi corpi idrici superficiali naturali o artificiali, quali laghi e corsi d'acqua naturali o artificiali, o reti fognarie, indicandone i rispettivi gestori;
3. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento (pericolosità idraulica) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria. A tal fine, il comune redige uno studio idraulico relativo all'intero territorio comunale che:
 - 3.1 effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero 1. Per lo sviluppo di tale modello idraulico, il comune può avvalersi del gestore del servizio idrico integrato;
 - 3.2 si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all'interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar;
 - 3.3. valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio;
 - 3.4 valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori diversi dalla rete fognaria, utilizzando studi o rilievi di dettaglio degli stessi, qualora disponibili, o attraverso valutazioni di massima;
 - 3.5 individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti;
4. la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (pericolosità idraulica) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni;
5. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali, quali vasche di laminazione con o senza disperdimento in falda, via d'acqua

superficiali per il drenaggio delle acque meteoriche eccezionali, e l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quali l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, la definizione di una corretta gestione delle aree agricole per l'ottimizzazione della capacità di trattenuta delle acque da parte del terreno, nonché delle altre misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile, difese passive attivabili in tempo reale. A tale proposito l'Allegato L al regolamento regionale riporta utili "Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano";

6. l'individuazione delle aree da riservare per l'attuazione delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio, sia per gli ambiti di nuova trasformazione, con l'indicazione delle caratteristiche tipologiche di tali misure.

6bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati.

Il "**Documento semplificato del rischio idraulico comunale**" contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, individua le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali.

In particolare, il documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica del territorio comunale (aree soggette ad allagamento per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria e aree vulnerabili dal punto di vista idraulico come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni), definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato;

2. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse. A tale proposito l'Allegato L al regolamento regionale riporta utili "Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano";

3. l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale.

3bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone

instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati.

Parallelamente all'aggiornamento della componente geologica del PGT, il comune di Pavia si è dotato del "*Documento semplificato del rischio idraulico comunale*", predisposto nel dicembre 2020 dallo Scrivente Studio Idrogeotecnico Srl Società di Ingegneria, con consulenza tecnica di WISE Engineering Srl, i cui contenuti e risultanze sono sinteticamente descritti nel paragrafo seguente.

3.8.1 DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE DI PAVIA - ANALISI DELLE CRITICITÀ IDRAULICHE

Il documento riporta l'analisi delle problematiche idrauliche a scala comunale. Il territorio comunale di Pavia è soggetto ad allagamenti legati prevalentemente ai seguenti fenomeni presumibili:

- Allagamenti dovuti al reticolo idrografico superficiale: le aree soggette a rischio idraulico del F. Ticino derivano dallo studio di approfondimento idraulico comunale sintetizzato nel par. 5.3.1.6. e integralmente contenuto in All. 9 alla presente relazione;
- Allagamenti dovuti alla fognatura, per effetto del rigurgito che si viene a creare quando il Ticino è in piena: gli allagamenti segnalati dal Gestore interessano Via Folla di Sotto, Via Cavallini, Via Porta Calcinara, Via Porta Nuova;
- Allagamenti dovuti alla fognatura, per effetto di:
 - stato di conservazione delle reti, con alcuni tratti ammalorati;
 - geometria delle reti con, in alcune situazioni, bruschi cambi di direzione e diametri non coerenti;
 - generale sovraccarico in occasione di eventi di pioggia particolarmente intensi.Gli allagamenti segnalati dal Gestore si verificano in Via Montemaino, Via Mirabello, Piazza San Bernardo, Via Poligona, Via Taramelli, Via Solferino, Via Casteggio, Via Razzini, Via Bariola, Via Mussini.

Le aree soggette ad allagamento per il reticolo superficiale sono individuate nella Tav. 1 del Documento Semplificato; le aree allagabili legate al reticolo fognario sono individuate in Tav. 2 del Documento Semplificato, con numerazione propria.

Per le criticità individuate nell'ambito comunale, il Documento Semplificato del Rischio Idraulico propone gli interventi strutturali indicati nella tabella seguente, in parte già attuati dal gestore del servizio idrico integrato.

Data la tipologia di territorio, fortemente urbanizzato e con edificazioni storiche, che rende difficoltosa la realizzazione di superfici di laminazione superficiali ed anche interrate, gli interventi strutturali sono per la maggior parte rappresentati da adeguamenti e rifacimenti delle condotte esistenti, con magliature per aumentare la capacità di laminazione e resilienza della rete.

Per gli allagamenti segnalati in via Razzini e limitrofe, data la localizzazione lontana dall'edificato storico e vista la presenza di un'area a parco sono ipotizzabili anche interventi di separazione della rete con raccolta e dispersione (L, I) delle acque meteoriche in loco con metodologie di drenaggio urbano sostenibile. E' in ogni caso indispensabile che gli scarichi siano dotati di valvole di non ritorno ed eventuale sistema di sollevamento.

Id	Localizzazione	Interventi strutturali
1	Via Montemaino, Via Mirabello, piazza San Bernardo	Adeguamento rete fognaria in prosecuzione di via Poligona (in corso: rifacimento della condotta di via Montemaino sino alla stazione di sollevamento S6 con aumento del diametro)
2	Via Taramelli	Rifacimento della condotta
3	Via Solferino, via Casteggio	Magliatura con la rete di viale Lodi per gestire gli eventi di pioggia significativi
4	Via Folla di Sotto	
5	Via Cavallini	
6	Via Porta Calcinara	
7	Via Porta Nuova	
8	Via Razzini, Via Bariola, Via Mussini	Separazione della rete con laminazione e infiltrazione in loco nella zona a parco pubblico tra via Razzini e via Ferrara con eventuale deimpermeabilizzazione parcheggio esistente

Le misure non strutturali prevedono:

- comunicazione del rischio ai cittadini e educazione sulle pratiche di auto protezione;
- coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science;
- sistemi di monitoraggio ed allerta;
- piani e studi di approfondimento.

Per le criticità puntuali individuate sono state ipotizzate le seguenti misure non strutturali:

Id	Localizzazione	Interventi non strutturali
2	Via Taramelli	Valvole di non ritorno sugli scarichi
3	Via Solferino, via Casteggio	Valvole di non ritorno sugli scarichi
4	Via Folla di Sotto	Valvole di non ritorno sugli scarichi, barriere e sistemi di sollevamento
5	Via Cavallini	Valvole di non ritorno sugli scarichi, barriere e sistemi di sollevamento
6	Via Porta Calcinara	Valvole di non ritorno sugli scarichi, barriere e sistemi di sollevamento
7	Via Porta Nuova	Valvole di non ritorno sugli scarichi, barriere e sistemi di sollevamento
8	Via Razzini, Via Bariola, Via Mussini	Valvole di non ritorno sugli scarichi, sistemi di sollevamento

4 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Il comune di Pavia è situato nella Pianura Padana, a sud di Milano. Il clima del bacino padano è significativamente influenzato dall'orografia: il sistema alpino ripara la pianura padana dai venti freddi settentrionali e modifica la circolazione degli strati più bassi dell'atmosfera, con un effetto barriera che altera il percorso delle masse d'aria, mentre il sistema appenninico riduce notevolmente l'influenza mitigatrice del mare sulla pianura padana e protegge la Liguria dai venti freddi settentrionali.

Le principali caratteristiche climatiche di quest'area sono la spiccata continentalità, il debole regime di vento e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica.

Il clima che caratterizza il territorio di Pavia, collocato nella bassa Pianura Padana occidentale, è di tipo prettamente continentale (mesoclima padano), caratterizzato da inverni piuttosto rigidi ed estati calde e afose, in cui l'umidità relativa dell'aria è sempre piuttosto elevata. L'escursione termica giornaliera è notevole, come in tutte le località a clima continentale. Le precipitazioni, di norma, sono poco frequenti e concentrate in primavera e autunno, con episodi temporaleschi estivi. I temporali, le trombe d'aria e le grandinate possono raggiungere forte intensità, specialmente se alla loro formazione vi contribuiscono apporti di aria fredda in quota. La ventilazione è scarsa in tutti i mesi dell'anno, dando luogo in autunno-inverno a stagnazione di nebbia.

Al fine di inquadrare la situazione meteo-climatica dell'area di studio si sono considerati i parametri relativi alla temperatura dell'aria e alle precipitazioni, di cui sono disponibili i valori numerici in serie storica misurati nella stazione idrotermopluviometrica di Pavia –Ponte sul Ticino SS35.

I dati utilizzati per le elaborazioni dei grafici e riportati nelle tabelle seguenti sono quelli contenuti nella banca dati di ARPA Lombardia (<http://www.arpalombardia.it/meteo>).

In particolare, si è fatto riferimento alla stazione di Ponte sul Ticino SS35, posta a quota di 71 m s.l.m., per la quale sono disponibili le misurazioni relative alle precipitazioni e alla temperatura nel periodo gennaio 2004÷ottobre 2020.

4.1 TEMPERATURA DELL'ARIA

L'andamento della temperatura dell'aria mostra i tipici andamenti stagionali dell'area padana:

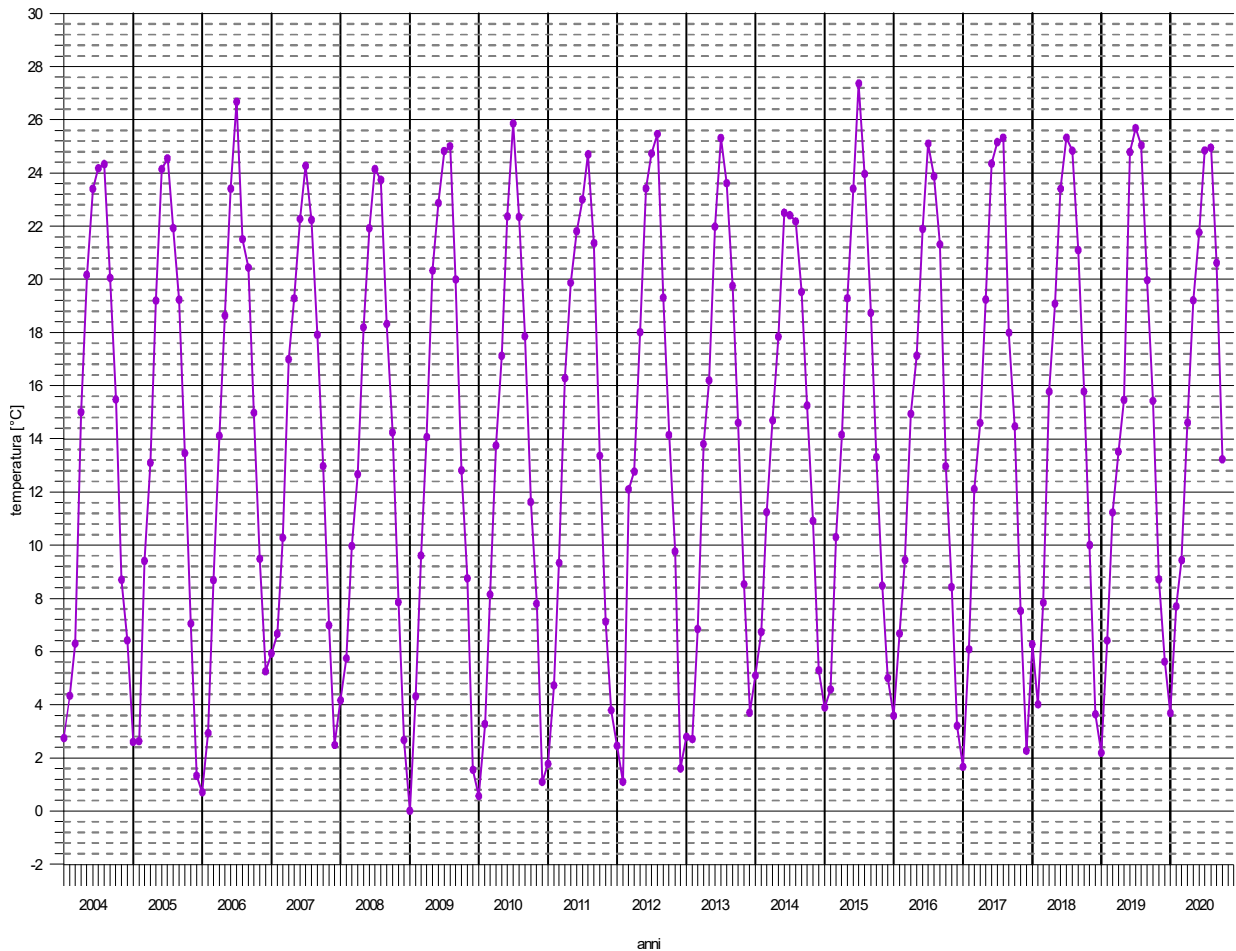
- nella stagione estiva: temperatura media di circa 24°C. Il mese più caldo è luglio. Nell'anno 2015 è stata registrata la temperatura media mensile più alta nel periodo gennaio 2004÷ottobre 2020, pari a 27,37°C;
- nella stagione invernale: temperatura media di circa 3°C. Il mese più freddo è gennaio. Nell'anno 2009 è stata registrata la temperatura media mensile più bassa nel periodo gennaio 2004÷ottobre 2020, pari a 0,01°C.

Si riportano, nel seguito, sia la tabella che il grafico dell'andamento stagionale delle temperature medie relative agli anni indicati.

Tabella 4.1 - Temperature medie mensili [°C] (stazione di Pavia – Ponte sul Ticino SS35)

Anno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2004	2,75	4,34	6,30	15,00	20,17	23,40	24,17	24,33	20,06	15,48	8,70	6,42
2005	2,60	2,63	9,41	13,10	19,20	24,14	24,54	21,93	19,23	13,46	7,05	1,33
2006	0,71	2,93	8,69	14,11	18,64	23,41	26,68	21,51	20,44	14,98	9,49	5,26
2007	5,93	6,67	10,28	16,99	19,29	22,27	24,26	22,23	17,091	12,97	6,99	2,49
2008	4,17	5,74	9,97	12,67	18,19	21,92	24,15	23,74	18,32	14,24	7,86	2,67
2009	0,01	4,31	9,61	14,07	20,33	22,87	24,83	25,00	20,00	12,82	8,75	1,55
2010	0,56	3,27	8,15	13,75	17,12	22,36	25,86	22,35	17,85	11,63	7,80	1,10
2011	1,77	4,73	9,34	16,28	19,87	21,81	23,00	24,70	21,36	13,36	7,12	3,79
2012	2,45	1,10	12,10	12,77	18,01	23,42	24,73	25,47	19,31	14,14	9,76	1,60
2013	2,79	2,71	6,85	13,81	16,20	21,98	25,31	23,62	19,76	14,60	8,53	3,70
2014	5,10	6,73	11,24	14,69	17,84	22,50	22,41	22,17	19,52	15,25	10,91	5,29
2015	3,90	4,58	10,31	14,15	19,29	23,41	27,37	23,96	18,74	13,31	8,48	5,00
2016	3,59	6,68	9,44	14,94	17,13	21,89	25,11	23,87	21,31	12,96	8,43	3,21
2017	1,66	6,09	12,11	14,60	19,24	24,35	25,16	25,32	17,99	14,47	7,53	2,27
2018	6,27	4,01	7,84	15,78	19,08	23,41	25,33	24,84	21,10	15,78	10,00	3,64
2019	2,19	6,41	11,23	13,52	15,46	24,79	25,69	25,04	19,97	15,43	8,72	5,62
2020	3,68	7,70	9,44	14,61	19,21	21,77	24,85	24,95	20,62	13,23		

Colore blu = serie non completa per mancanza di registrazioni



Fonte dati:
ARPA Lombardia

Studio Idrogeologico Srl - Società di Ingegneria
Pavia_Ponte_Ticino_SS35_temperature.grf

Figura 4.1 - Temperature mensili medie [°C] nel periodo 2004-2020 (stazione di Pavia – Ponte sul Ticino SS35)

4.2 PRECIPITAZIONI

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, le precipitazioni sono mediamente abbondanti, con un dato di altezza di precipitazione totale annuo medio di circa 700 mm.

I valori annuali più frequenti oscillano tra 650 e 800 mm con due picchi ben evidenti negli anni 2010 e 2014, come osservabile nella Tabella 4.2 e nella Figura 4.2.

Tabella 4.2 - Precipitazioni mensili [mm] (stazione di Pavia – Ponte sul Ticino SS35)

Anno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Cumulata anno
2004	35,40	39,40	38,80	83,80	61,80	10,60	24,60	3,40	4,40	69,00	120,00	42,60	533,80
2005	4,40	34,00	15,80	1,60	52,20	10,40	80,40	123,20	39,20	88,80	57,20	43,20	550,40
2006	46,20	50,80	15,60	55,40	16,60	9,60	28,00	125,40	117,00	39,20	19,40	37,60	560,80
2007	36,40	19,60	63,60	8,80	70,60	79,60	5,20	99,20	30,20	46,40	68,20	7,20	535,00
2008	112,20	23,20	10,00	74,20	92,40	60,80	28,80	5,00	16,00	1,80	124,20	102,20	650,80
2009	38,00	78,60	86,80	188,20	5,00	19,80	12,80	18,60	86,60	40,40	171,20	67,40	813,40
2010	64,20	126,60	54,20	56,60	162,40	44,60	1,00	110,60	46,80	160,20	192,40	117,60	1137,20
2011	36,40	48,00	106,00	13,20	39,20	88,20	33,00	7,20	78,40	28,60	158,60	5,20	642,00
2012	25,20	22,20	33,00	96,60	62,40	35,80	37,40	67,00	70,00	70,80	100,20	53,80	674,40
2013	78,20	38,00	165,40	86,20	127,40	14,40	5,80	35,40	21,00	141,20	75,40	60,40	848,80
2014	205,80	140,80	117,20	110,80	28,40	91,40	119,20	74,60	8,80	56,20	218,40	44,80	1216,40
2015	32,60	97,40	41,00	50,60	27,20	53,20	9,6	42,8	57,4	67	5,20	8,00	492,00
2016	27,20	127,40	58,80	11,60	63,40	55,80	27,00	26,20	15,80	81,00	65,20	9,00	568,40
2017	4,20	48,00	28,80	52,00	61,80	34,40	16,00	0,20	44,40	2,80	68,20	40,20	401,00
2018	32,60	35,00	102,20	113,20	170,20	21,80	98,40	19,80	20,20	96,20	57,40	13,00	780,00
2019	12,20	35,60	3,80	61,60	129,20	0,40	27,40	20,40	23,60	143,40	205,40	91,80	754,80
2020	40,20	19,8	43	12,4	56,2	99,2	46,6	29,0	71,20	81,20			498,80*

Colore blu= serie non completa per mancanza di registrazioni

*= valore parziale

Per quanto riguarda la distribuzione annuale, come osservabile nel grafico della Figura 4.3, le precipitazioni sono tendenzialmente concentrate nei mesi autunnali e a seguire nei mesi primaverili, mentre i mesi meno piovosi sono in inverno ed estate.

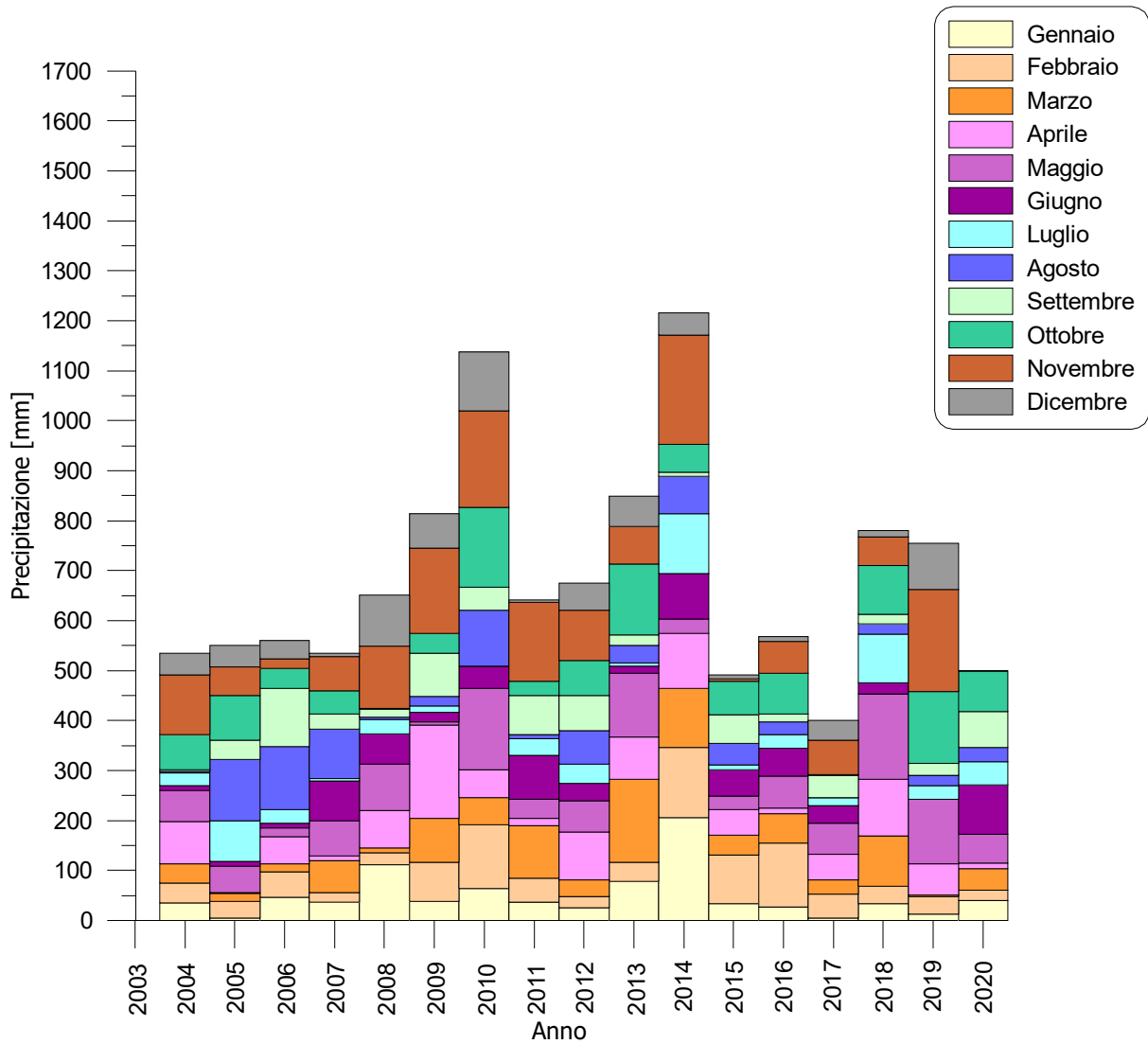


Figura 4.2 - Precipitazioni annue [mm] nel periodo 2004-2020 (stazione Pavia – Ponte sul Ticino SS35)

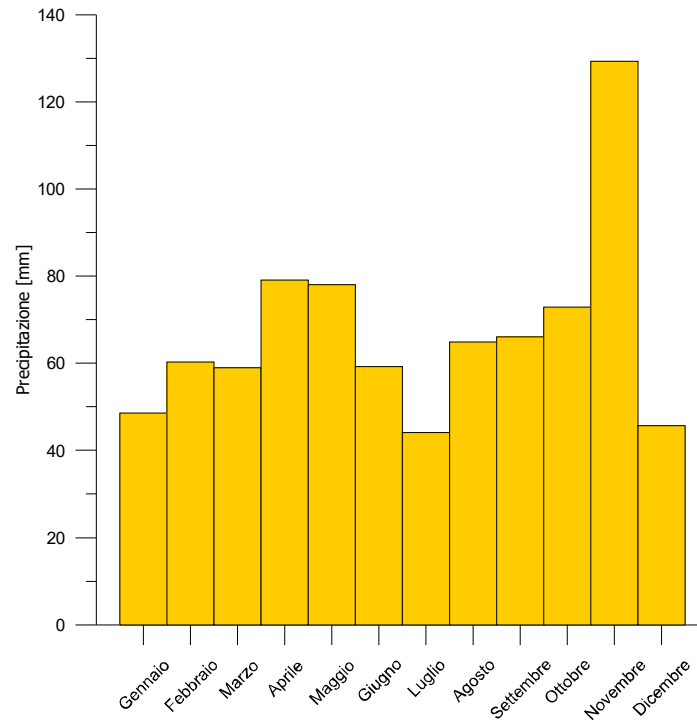


Figura 4.3 - Distribuzione delle precipitazioni medie mensili (stazione Pavia – Ponte sul Ticino SS35)

4.3 EVENTI PLUVIOMETRICI INTENSI ED ESTREMI

Per determinare il regime delle piogge intense nel comune di Pavia si è proceduto all'analisi della pluviometria della zona interessata; in particolare si è fatto riferimento a quanto indicato dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino fiume Po che allega le analisi sulla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica".

Attraverso l'elaborazione statistica delle misure di precipitazione registrate per varie durate degli eventi dalle stazioni di misura esistenti, è possibile stimare le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica che danno il valore dell'altezza di pioggia prevista in un dato punto per una data durata, ad un assegnato tempo di ritorno T (ossia per una data probabilità di accadimento dell'evento).

Comunemente tali curve sono espresse da una legge del tipo:

$$h_T(d) = a_T(d^{n_T})$$

dove per altezza h di pioggia (espressa in mm) si intende l'altezza della colonna d'acqua che si formerebbe su una superficie orizzontale e impermeabile in un certo intervallo di tempo (durata d della precipitazione); nella relazione i parametri a e n dipendono dal tempo di ritorno T considerato.

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, l'Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto un'interpretazione spaziale dei parametri a e n delle linee

segnalatrici, suddividendo l'intero bacino del Po in celle di 2 km di lato e individuando un valore dei suddetti parametri per ogni cella.

In questo modo è possibile calcolare, per ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione dovuta alla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Il territorio del comune di Pavia ricade nelle celle: CZ96, CZ97, CZ98, DA96, DA97, DA98, DA99, DB96, DB97, DB98, DB99, DB100, DC96, DC97, DC98, DC99, DC100, DD96, DD97, DD98, DD99, DD100, DE96, DE97, DE98, DE99, DE100, DF98, DF99.

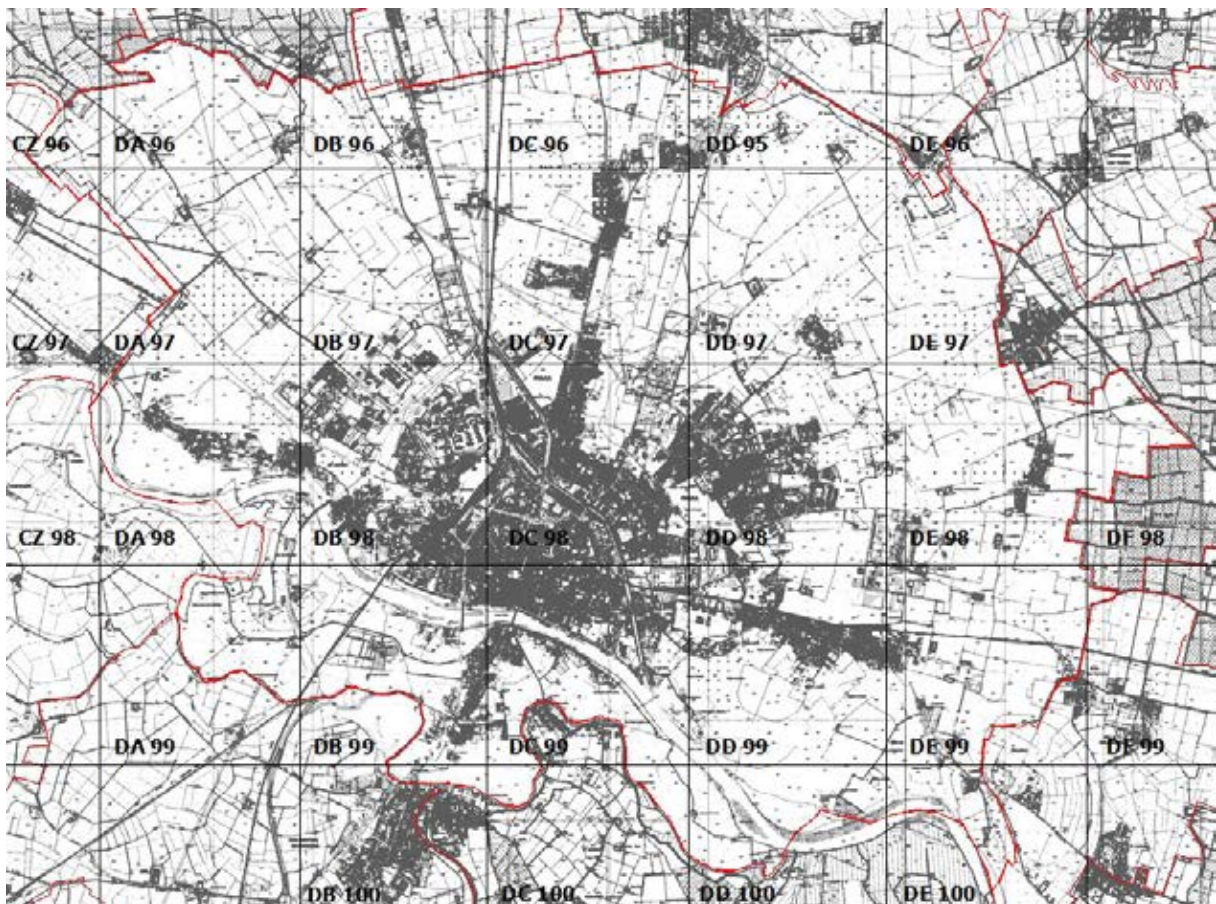


Figura 4.4 – Celle a cui appartiene il territorio di Pavia

Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri delle linee segnalatrici per tempi di ritorno T di 20, 100, 200 e 500 anni per le celle sopra indicate, così come vengono riportati nell'allegato 3 della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del PAI.

I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che per dimensioni e importanza non possano svolgere direttamente valutazioni ideologiche più approfondite a scala locale.

Tabella 4.3 - Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni (allegato 3 della Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica)

Cella	Coordinate E UTM celle di calcolo	Coordinate N UTM celle di calcolo	a	n	a	n	a	n	a	n
			T=20	T=20	T=100	T=100	T=200	T=200	T=500	T=500
CZ96	507000,00000	5009000,00000	46,01	0,232	59,72	0,219	65,43	0,215	73,01	0,212
DA96	509000,00000	5009000,00000	45,85	0,232	59,54	0,220	65,23	0,216	72,78	0,213
DB96	511000,00000	5029000,00000	52,06	0,237	67,85	0,224	74,34	0,219	83,10	0,216
DC96	513000,00000	5009000,00000	45,83	0,234	59,68	0,221	65,40	0,216	73,05	0,213
DD96	515000,00000	5009000,00000	45,65	0,234	59,47	0,221	65,16	0,217	72,78	0,214
DE96	517000,00000	5009000,00000	45,93	0,239	59,87	0,226	65,61	0,222	73,31	0,218
CZ97	507000,00000	5007000,00000	45,57	0,232	59,16	0,219	64,83	0,215	72,33	0,212
DA97	509000,00000	5007000,00000	45,31	0,232	58,85	0,220	64,48	0,215	71,96	0,212
DB97	511000,00000	5007000,00000	45,52	0,234	59,25	0,221	64,94	0,217	72,52	0,214
DC97	513000,00000	5007000,00000	45,29	0,234	58,97	0,222	64,63	0,217	72,17	0,214
DD97	515000,00000	5007000,00000	45,06	0,235	58,69	0,222	64,31	0,218	71,82	0,215
DE97	517000,00000	5007000,00000	45,23 1	0,241	58,90	0,228	64,55	0,224	72,10	0,22
CZ98	507000,00000	5005000,00000	45,16	0,232	58,64	0,219	64,26	0,215	71,70	0,212
DA98	509000,00000	5005000,00000	45,31	0,233	58,96	0,221	64,65	0,216	72,18	0,214
DB98	511000,00000	5005000,00000	45,05	0,234	58,63	0,222	64,27	0,218	71,76	0,215
DC98	513000,00000	5005000,00000	44,78	0,235	58,28	0,223	63,89	0,219	71,33	0,216
DD98	515000,00000	5005000,00000	44,51	0,236	57,94	0,224	63,50	0,220	70,90	0,217
DE98	517000,00000	5005000,00000	44,63	0,243	58,11	0,230	63,68	0,226	71,11	0,223
DF98	519000,00000	5005000,00000	44,40	0,244 5	57,87	0,232	63,43	0,228	70,86	0,22
DA99	509000,00000	5003000,00000	44,90	0,234	58,43	0,221	64,08	0,217	71,54	0,214
DB99	511000,00000	5003000,00000	44,60	0,235	58,04	0,223	63,63	0,218	71,04	0,216
DC99	513000,00000	5003000,00000	44,29	0,236	57,63	0,224	63,18	0,220	70,53	0,217
DD99	515000,00000	5003000,00000	43,98	0,238	57,22	0,226	62,72	0,222	70,02	0,219
DE99	517000,00000	5003000,00000	44,05	0,244	57,32	0,233	62,83	0,229	70,15	0,226
DF99	519000,00000	5003000,00000	43,20	0,247	56,22	0,236	61,61	0,232	68,79	0,229
DB100	511000,00000	5001000,00000	44,24	0,238	57,52	0,226	63,07	0,222	70,38	0,220
DC100	513000,00000	5001000,00000	43,89	0,240	57,06	0,228	62,55	0,225	69,80	0,222
DD100	515000,00000	5001000,00000	43,54	0,242	56,58	0,230	62,01	0,227	69,20	0,224
DE100	517000,00000	5001000,00000	42,95	0,249	55,76	0,238	61,08	0,234	68,14	0,232

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROLOGICO

5.1 GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Pavia si posiziona nel contesto morfologico della bassa pianura a meandri, a fisionomia piatta e monotona, interrotta a sud, attraverso un sistema di terrazzi fluviali che contribuiscono complessivamente a rendere la morfologia più articolata, dalle piane alluvionali dei grandi corsi d'acqua, il Fiume Ticino e il Fiume Po, con caratteristiche geologiche e geomorfologiche ben distinte

Di estensione pari a circa 62,8 km², esso confina a Nord con i comuni di Marcignago, Certosa di Pavia, Borgarello, San Genesio ed Uniti, Sant'Alessio con Vialone, a sud con San Martino Siccomario Travacò Siccomario, a Ovest con Torre d'Isola Carbonara al Ticino e a est con Cura Carpignano e Valle Salimbene. Il nucleo urbanizzato è situato nella porzione centro-meridionale del territorio comunale.

L'ambito della pianura (noto anche come "Livello Fondamentale della Pianura", termine ora superato), su cui insiste gran parte della città di Pavia, occupa il ripiano superiore ed è caratterizzato da una superficie topografica prevalentemente pianeggiante di età pleistocenica-olocenica nata dall'aggradazione di più superfici minori costituite dalle porzioni distali delle alluvioni fluvioglaciali e delle conoidi fluviali. I sedimenti sono prevalentemente sabbiosi con intercalazioni di livelli fini limosi e limoso-sabbiosi.

L'ambito dei grandi corsi d'acqua è caratterizzato dalla presenza dei Fiumi Ticino e Po che scorrono in due grandi valli fluviali a "U" con fondo piatto e largo, le cui dimensioni sono variabili in funzione dell'andamento meandriforme maturo assunto dai citati fiumi, delimitate da vari ordini di scarpate/terrazzi di erosione fluviale di età olocenica. I sedimenti sono in genere più grossolani, variando da ghiaie grossolane a sabbie medie a limi e talvolta torbe nelle aree di meandro abbandonato.

In territorio di Pavia, l'alveo del F. Ticino scorre da NW verso SE ai piedi dei terrazzi sui quali sorge la città, in un solco vallivo a fondo piatto, come precedentemente riportato (tipica "valle a cassetta"), di larghezza di circa 7 km, lateralmente delimitata da due ordini di scarpate con dislivello complessivo di oltre 20 m, che, spesso, presentano andamento planimetrico "falcato", conseguenza del tracciato meandriforme che caratterizzava il Ticino nel momento in cui, abbassando il proprio alveo, le incideva.

Sull'ampio e piatto fondo della valle del Ticino sono ben visibili le tracce dei più recenti fenomeni di divagazione del fiume, che trovano il loro più diretto riscontro nell'andamento meandreggiante del corso d'acqua.

Entro il territorio comunale di Pavia ricade il solo versante settentrionale (ovvero sinistro) della valle del F. Ticino con una morfologia relativamente complessa; esso, infatti, risulta caratterizzato dalla presenza di un ripiano intermedio, localizzato tra quello superiore e il fondovalle vero e proprio. Questi tre ripiani risultano separati (in sinistra Ticino) da due nette ed alte scarpate, generate dalla naturale azione morfogenetica connessa alla dinamica fluviale ticinese.

Queste scarpate (e i tratti di ripiani immediatamente retrostanti) risultano a loro volta interessate dalla presenza di vallecole minori, scavate dagli affluenti del Ticino: le più significative tra tali vallecole sono quelle fanno capo alla Roggia Vernavola e al Navigliaccio.

La vallecola dalla Roggia Vernavola ha la testata collocata a Nord della città di Pavia, quasi al confine con il territorio del Comune di S. Genesio; qui il suo alveo inizia ad infossarsi progressivamente e la depressione acquisisce una larghezza crescente verso sud. L'alveo presenta andamento meandriforme con caratteristiche anse che costituiscono uno degli aspetti paesaggistici più interessanti di questa zona. Dopo aver inciso gli ambiti terrazzati, la Roggia Vernavola si getta nel Ticino poco a monte della confluenza di quest'ultimo nel Po, originando orlidi terrazzo divergenti assai peculiari e tali da essere la zona segnalata come "Geosito".

La vallecola del Navigliaccio ha inizio nella zona di Cassinino, lungo la ex S.S. 35 dei Giovi, al confine settentrionale del Comune di Pavia; l'alveo del Navigliaccio si infossa progressivamente fino ad individuare una vera e propria vallecola nei pressi C.na Campeggi, dove il corso d'acqua assume aspetti ambientalmente significativi creando una cascata e un piccolo lago. La valle del Navigliaccio prosegue poi verso Sud, attraversando la città di Pavia, per gettarsi successivamente nel Ticino, poco a monte del ponte della ferrovia.

A sud dell'alveo attivo del F. Ticino, l'area di indagine non comprende la scarpata opposta (Cava Manara), ma si limita al fondo della valle, per buona parte protetto dalle piene del Ticino mediante un relativamente imponente sistema di arginature artificiali (argine maestro, argine golenale).

Numerosi affioramenti areali della locale falda idrica sotterranea, sia naturali (lanche), sia artificiali (vecchie fosse di cava), caratterizzano il ripiano inferiore della "valle", dove la falda stessa è idrogeologicamente e direttamente collegata alle acque di alveo e di subalveo del fiume. Numerose sorgenti sono dislocate lungo le scarpate delimitanti la "valle" stessa alimentate da falde idriche "sospese" rispetto al fondovalle e collocate all'interno di acquiferi contenuti nei ripiani superiori.

Sia i ripiani superiori che quello inferiore, a prescindere dalle aree urbanizzate, sono intensamente coltivati a seminativi irrigui (riso, mais, ecc.) e pioppeti; il ripiano intermedio era interessato nel recente passato la presenza di alcune marcite, oramai residue.

5.2 UNITÀ GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE

L'assetto geomorfologico e geolitologico del territorio di Pavia è costituito dalle seguenti tre unità, dalla più antica alla più recente:

- **Terrazzo superiore** (Pleistocene Superiore - Fluvioglaciale e Fluviale Würm): Ambito di pianuras opraelevato di circa 10-25 m rispetto al fondovalle del F. Ticino, interessato da un fitto reticolo artificiale (canali, fosse e rogge). Sono presenti depositi di natura alluvionale/fluvioglaciale antichi (Livello Fondamentale della Pianura), litologicamente caratterizzati da sabbie, con sporadiche intercalazioni di ghiaietto e con orizzonti limoso - argillosi. La successione risulta parzialmente alterata (ferrettizzati) nella porzione superiore. Sono ricoperti da suoli alluvionali limosi e limoso - sabbiosi, localmente dotati di abbondante scheletro sabbioso e talora ghiaioso, generalmente superiori ai 50 cm.
- **Terrazzo inferiore** (Olocene - Alluvium Antico): ambito terrazzato a morfologia pianeggiante o ondulata, in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura e separato da essi da evidenti orli di terrazzo morfologico con dislivelli rispettivamente di 8-16 m e 2-8 m. Sono presenti depositi di natura alluvionale/fluvioglaciale antichi (Livello Fondamentale della Pianura), litologicamente caratterizzati da sabbie, con sporadiche intercalazioni di ghiaietto e con orizzonti limoso - argillosi. La successione risulta parzialmente alterata (ferrettizzata) nella porzione

superiore. Sono ricoperti da suoli alluvionali limosi e limoso - sabbiosi, localmente dotati di abbondante scheletro sabbioso e talora ghiaioso, generalmente superiori ai 50 cm.

- **Ambiti Fluviali**(Olocene Superiore): ambiti fluviali del F. Ticino e dei corsi d'acqua secondari (Navigliaccio e Roggia Vernavola), comprensivi degli alvei attivi e delle pianefluviali ad essi direttamente correlate in parte inondabili (aree golenali). Morfologia legata alla dinamica fluviale con presenza di meandri abbandonati, lanche, zone umide. Sono presenti depositi fluviali recenti ed attuali, litologicamente costituiti sabbie e ghiaie con locale presenza di lenti torbose, ricoperte da suoli alluvionali limosi e limoso - sabbiosi, idromorfi, di spessore generalmente ridotto (50 cm ca.).

5.3 IDROGRAFIA

In territorio di Pavia insiste un fitto reticolo idrografico costituito principalmente dal Fiume Ticino e secondariamente da numerosi canali in prevalenza irrigui, tra cui i più importanti sono il Naviglio di Pavia, il Naviglio Vecchio o Navigliaccio, la Roggia Vernavola e il Colatore Gravellone.

5.3.1 FIUME TICINO

Il Fiume Ticino ha origine in territorio svizzero, in prossimità del passo del S. Gottardo, ed ha una lunghezza complessiva di 284 km ed un dislivello complessivo di circa 2800 m. Costituisce con il fiume Toce il principale affluente del lago Maggiore o di Verbano; a monte della sua immissione in lago, in località Locarno, riceve in sinistra torrenti Brenno e Moesa.

Uscito dal lago a Sesto Calende, a quota 205 m s.l.m., esso percorre la Pianura Padana per circa 110 km confluendo nel Fiume Po a Linarolo (PV) a quota 56 m s.l.m., con una larghezza media del bacino idrografico di 7 km; tale bacino, con poche eccezioni, è circoscritto alle sole aree golenali ed ai territori agricoli le cui colature giungono, più o meno direttamente, al fiume.

Il Ticino sublacuale scorre in una valle a fondo quasi piatto, incisa nella superficie fondamentale della pianura cui è raccordata da un terrazzo principale e da altri minori: il fiume decorre dapprima con un alveo semplice, quindi amplia progressivamente il suo letto divagando e formando isole e meandri.

Come precedentemente riportato, in territorio di Pavia, l'alveo del F. Ticino scorre da NW verso SE ai piedi dei terrazzi sui quali sorge la città, in un solco vallivo a fondo piatto (tipica "valle a cassetta") di larghezza di circa 7 km, lateralmente delimitata da due ordini di scarpate con dislivello complessivo di oltre 20 m; sull'ampio e piatto fondo della "valle a cassetta" sono ben visibili le tracce dei più recenti fenomeni di divagazione del fiume, che ancora nell'andamento meandreggiante trovano il loro più diretto riscontro.

Proprio poco a sud di Pavia, la "valle" si connette con quella, analoga, scavata dal F. Po, che funge anche da recapito per le acque convogliate dal Ticino.

All'interno dell'area golenale (esondabile in caso di piena) è anche possibile distinguere due zone: quella più prossima al corso d'acqua, che viene allagata dalle acque del Ticino in caso di piena ordinaria, e quella più vicina al sistema artificiale di contenimento, inondabile solo in caso di piene progressivamente più gravose.

5.3.1.1 Aspetti idraulici del F. Ticino

Il F. Ticino, emissario del Lago Maggiore, scorre in un alveo costituito da più canali anomostosi, attivi a seconda delle condizioni idrauliche prevalenti.

Il bacino idrografico del fiume Ticino, chiuso all'incile del Lago Maggiore a Sesto Calende ha un'estensione complessiva pari a circa 6'600 km², mentre in corrispondenza della confluenza con il fiume Po la superficie è pari a complessivi 8'170 km².

Il tratto terminale del fiume denominato "Basso Ticino", compreso approssimativamente tra il ponte in chiatte di Bereguardo e lo sbocco nel F. Po, è delimitato dalla scarpata del Piano Generale Terrazzato della pianura lombarda, molto prossima ed a volte coincidente con la sponda naturale sinistra del fiume, ma molto distante dalla sua sponda destra, da cui è separato da un'estesa piana alluvionale.

A protezione delle attività antropiche e degli insediamenti costituiti sulla detta pianura, ricorrentemente vanificati e travolti in passato dalle piene stagionali del fiume, fu realizzata una delimitazione artificiale dell'alveo di piena, con la costruzione di un'arginatura continua adiacente alla sponda destra.

Il regime idrologico del fiume è la risultante di diversi fattori, naturali ed artificiali: i deflussi dal Lago Maggiore, determinati dall'alimentazione del bacino prelacuale, dalla laminazione effettuata dal lago stesso e dagli altri serbatoi naturali ed artificiali e dalle operazioni di regolazione dello sbarramento della Miorina; le numerose derivazioni e restituzioni; le risorgive, le colature e gli scarichi presenti lungo l'asta.

La portata complessiva degli apporti suddetti, in media, può essere considerata pressoché equivalente alle portate derivate dai principali canali irrigui; navigabili o industriali. Pertanto, le portate in uscita dall'incile del Lago Maggiore devono considerarsi equivalenti a quelle affluenti nel Po alla Becca.

Il Lago Maggiore, dal punto di vista idraulico, svolge una funzione di serbatoio volano, moderatore delle variazioni idrometriche nel Ticino sublacuale, ritardando il rilascio delle portate di piena e integrando le portate di minima. Inoltre, poiché funziona da bacino di calma, esso provoca la decantazione delle torbide provenienti dai bacini alti e ne impedisce il trasferimento all'alveo sublacuale, che pertanto, deve considerarsi carente di apporti solidi da monte ed in fase di costante erosione.

Un'analisi pur superficiale e qualitativa dell'assetto planimetrico dell'alveo, consente di rilevare, a prima vista, alcune situazioni anomale rispetto ai caratteri propri del fiume.

In particolare, è da segnalare l'anomalia dell'assetto d'alveo presente in corrispondenza dell'abitato di Pavia dove, alla sezione del Ponte Coperto, giunge a determinare una strozzatura tale da ridurre drasticamente la sezione libera di deflusso.

La condizione idraulica del "Basso Ticino" sembra risentire delle alterazioni morfologiche indotte, manifestando attività erosive laterali e di fondo particolarmente esaltate.

Un semplice esame dell'andamento planimetrico dell'arginatura in sponda destra del Ticino fa inoltre sorgere il dubbio che sia stata realizzata una costrizione dell'alveo ed una riduzione della sezione libera di deflusso a valori incompatibili con il proposito, a suo tempo perseguito, di assicurare un agevole deflusso delle portate di piena, tutte contenute entro questo unico canale.

Ancor più critica appare la condizione di strozzatura dell'alveo di magra e delle medie morbide, che a valle del Ponte Coperto, alla sezione di Porta Nuova, subisce un'ulteriore cospicua riduzione, passando a una larghezza di circa 75 m.

Le condizioni suddette sembrerebbero costituire un rilevante contributo ai processi di erosione laterale e di fondo, che recenti rilievi e osservazioni dimostrano aver raggiunto valori molto esaltati, accelerati ed evidenti specialmente a Pavia, a valle del Ponte Coperto.

Il regime idrometrico del fiume Ticino, oltre ad essere influenzato, come ovvio, dalla portata defluente dalle caratteristiche dell'asta fluviale (larghezza, pendenza, scabrezza, ecc.) è notevolmente influenzato dal regime idrometrico del fiume Po, soprattutto in condizioni di piena ma anche in presenza di deflussi più contenuti. A parità di portata defluente nel fiume Ticino, il livello idrico presso il ponte coperto di Pavia cresce notevolmente al crescere della portata defluente nel fiume Po. Tale circostanza non si verifica solo durante eventi di piena rilevanti, ma anche per portate più ridotte.

5.3.1.2 Caratterizzazione delle opere presenti lungo il Fiume Ticino a Pavia

Lungo il Ticino è presente un doppio sistema di difese:

- gli argini maestri, posti in destra idraulica, all'estremità delle aree golenali e che delimitano l'alveo di piena;
- le difese spondali, che delimitano l'alveo inciso e difendono le aree golenali.

Mentre le difese spondali sono presenti solo saltuariamente laddove più intense si sono manifestate nel tempo le azioni erosive della corrente fluviale e le conseguenti richieste di difesa delle aree golenali, le arginature maestre sono presenti con continuità in sponda destra dal ponte di barche di Bereguardo fino alla confluenza in Po, con un'interruzione tra il comune di Zerbolò e Carbonara al Ticino. In sinistra idraulica non sono presenti argini maestri in quanto è presente un evidente terrazzo morfologico che assume quote sufficienti per la sicurezza idraulica degli abitati circostanti.

Gli argini presenti hanno uno sviluppo complessivo pari a 21,5 km e sono realizzati in terra, ad eccezione di un tratto in prossimità del ponte coperto di Pavia presso la località Borgo Ticino, realizzato in muratura.

Le difese spondali presenti hanno un'estensione complessiva di 21,7 km, di cui 10,3 km in sponda sinistra e 11,4 km in sponda destra. Le opere di difesa spondale sono realizzate in massi a secco o con blocchi di calcestruzzo.

Nel territorio di studio sono stati considerati i seguenti manufatti di attraversamento:

- Ponte Tangenziale di Pavia;
- Ponte ferroviario linea Milano – Genova;
- Ponte SP 35;
- Ponte coperto di Pavia;
- Ponte della Becca, a confluenza con il F. Po (esterno al territorio comunale di Pavia, ma limite di chiusura del modello idraulico).

5.3.1.3 Caratteri generali delle piene del F. Ticino

Le piene del F. Ticino nel suo tratto terminale, il "Basso Ticino", possono essere distinte in: piene proprie del Ticino (tipo 1993), piene del Ticino con rigurgiti di piene contemporanee del Po (tipo 2000) e piene di solo rigurgito del Po (tipo 1994).

A Pavia si sono verificate piene di rigurgito con livelli idrometrici molto elevati pur con modesti stati di piena contemporanea del Ticino. Così avvenne nel 1857 e nel 1917, quanto ruppero gli argini di fronte alla città, come pure nel 1926, nel 1951 e nel 1968, quando invece i colmi defluirono senza danni.

Per l'effetto moderatore esercitato dal Lago Maggiore sui tempi di propagazione dei colmi di piena del fiume, nel suo alveo sublacuale, in assenza di interferenze costituite da stati di invaso in atto nel lago, i colmi stessi subiscono ritardi di circa 20 ore cosicché quelli delle piene contemporanee del Po e del Ticino a Pavia non coincidono mai.

Le piene proprie del Ticino, oltre all'elevazione dei livelli idrometrici anche se con tiranti sensibilmente inferiori alle altre due tipologie, comportano elevate velocità di deflusso con effetti aggravati da irregolarità, deformazioni, rivestimenti d'alveo, turbolenze e vortici (dovuti all'obliquità delle pile dei ponti rispetto alla direzione del filone della corrente), vegetazione in alveo ed esaltazione dei rigurgiti provocati da riduzioni eccessive delle sezioni di deflusso.

A Pavia, pertanto, al verificarsi di piene con effetti prevalenti dovuti ai rigurgiti del Po, l'unico pericolo è costituito dall'elevazione straordinaria dei livelli idrometrici e da possibili alluvioni per sormonto delle arginature.

5.3.1.4 Le piene storiche del F. Ticino a Pavia

Le informazioni sulle piene storiche a Pavia derivano dai dati del Servizio Provinciale del Genio Civile di Pavia della Regione Lombardia, integrati da altri dati bibliografici e informazioni sulle piene più recenti.

La piena del 1857 è considerata la maggior piena di rigurgito del Po osservata a Pavia. Essa si è formata per una piena del Po che alla Becca raggiungeva una portata valutata in circa 10.000 m³/sec a cui si aggiunse un contributo del Ticino di circa 1.500 m³/sec al colmo della piena. La seconda piena in elenco è quella del 1868; fu una piena propria del Ticino la cui portata fu valutata in 5.000 m³/sec e che indusse una quota idrometrica inferiore di soli 2 cm rispetto alla precedente. La terza piena (1705) fu ancora una piena propria del Ticino, anch'essa caratterizzata da portate straordinarie con massimo valutato in 4.000 m³/sec.

La piena del 17 maggio 1907, con un'altezza idrometrica di + 5,09 e una portata di 2.500 m³/sec, provocò la rottura dell'argine. La piena del 28 ottobre successivo, con un'altezza di +5,24 m sullo zero idrometrico, costituisce una massima storica con contributo proprio del Ticino stimato di 1.600 m³/sec. In quell'occasione, nel Po si verificò una delle piene massime, con altezza idrometrica di + 7,56 all'idrometro della "Becca".

Nell'ultimo decennio si sono potute osservare tutte le tipologie delle piene, che si sono verificate con caratteri eccezionali e con frequenza elevata. Si fa riferimento a:

- la piena propria del Ticino del 1993 che è stata la seconda più grande del XX secolo, con portate al colmo dell'ordine di 2.500 m³/s. La piena è iniziata verso la metà di settembre, e culminata tra la fine di settembre e la metà di ottobre. Il periodo di piena con portate superiori alla piena ordinaria (900 m³/s) è stato dal 24 settembre al 26 ottobre. Le portate massime, superiori ai 2.000 m³/s, si sono verificate i giorni:

9 ottobre	2.360 m ³ /s
10 ottobre	2.275 m ³ /s

11 ottobre	2.058 m ³ /s
13 ottobre	2.325 m ³ /s
14 ottobre	2.304 m ³ /s
15 ottobre	2.381 m ³ /s
16 ottobre	2.241 m ³ /s
17 ottobre	2.052 m ³ /s

Le misure sono effettuate alle 9:00 a.m., alla diga della Miorina. Il massimo assoluto di poco inferiore a circa 2.500 m³/s è stato raggiunto nel corso della giornata del 15.10.93.

- la piena da rigurgito del Ticino del novembre 1994 che, con una altezza idrometrica di +5,67 (63,35 m s.l.m. al Ponte Coperto, superiore di 60 cm rispetto al concomitante colmo di Po alla Becca) ha rappresentato una tra le massime piene da rigurgito ed è stata la seconda per altezza idrometrica raggiunta a partire dal 1868, superata solo da quella del 2000. Estesi furono gli allagamenti nel Borgo Basso ed i danni causati, con la perdita accidentale anche di due vite umane.
- la piena del Ticino con rigurgito di piena contemporanea del Po del 2000, la più grande dal 1868, con portata al colmo di 2.646 m³/s e concomitante piena eccezionale di Po. Il livello idrometrico massimo di Ticino al Ponte Coperto è stato osservato il 17/10/2000 (+ 6,1 m sullo zero idrometrico, pari a 63,71 m s.l.m.) mentre il colmo alla Becca è stato di + 7,84 m sullo zero idrometrico (62,94 m s.l.m.).

Occorre ricordare che l'ottobre 2000 vide il verificarsi di un evento alluvionale di carattere eccezionale non solo per il Ticino ma per buona parte del bacino padano, in particolar modo nel settore nord-occidentale.

5.3.1.5 Le magre del F. Ticino a Pavia

Un fenomeno idrometrico di particolare rilievo osservato a Pavia negli ultimi anni, a prescindere la maggiore frequenza delle massime piene trattata al paragrafo precedente, è lo straordinario abbassamento dei livelli di magra del fiume Ticino.

In assenza di variazioni significative del regime climatico nel bacino tributario e di conseguenti riduzioni delle portate minime, questo fatto sembra riconducibile a quel più ampio processo di abbassamento dei fondi d'alveo, in atto dalla seconda metà del XX secolo su quasi tutto il sistema idrografico del bacino del Po.

Il fenomeno, a Pavia, ha assunto valori e velocità evolutiva tali da indurre le preoccupazioni di cui si è fatto cenno.

Natura e origini del fenomeno sono stati oggetto di indagini impegnative e studi complessi soprattutto sull'asta del Po; tuttavia, si ritiene di poter riferire un cospicuo contributo a tale fenomeno osservato a Pavia, all'assetto del "Basso Ticino" ed in particolare alla concentrazione di tutte le portate del fiume nell'unico ramo conservato attivo e per di più fortemente strozzato in corrispondenza dell'abitato di Pavia.

Lo sviluppo dinamico molto accelerato del fenomeno nell'ultimo cinquantennio può essere stimato in circa 2,5-3 m, sia mediante l'esame delle osservazioni idrometriche, sia osservando vari manufatti a fiume (soglia di accesso al canale navigabile "Naviglio di Pavia";

opere di fondazione di manufatti storici vari: muraglioni, attracchi, rivestimenti dispendaacc.) un tempo costantemente sommersi e ora sempre più spesso in emersione.

5.3.1.6 Studio di approfondimento idraulico

Ai fini dell'aggiornamento del quadro conoscitivo di base a supporto della presente variante urbanistica, lo Studio Idrogeotecnico Srl, ha redatto nel luglio 2020 lo studio "Valutazione delle condizioni di rischio idraulico del Fiume Ticino in comune di Pavia ai sensi dell'All. 4 della D.G.R. IX/2616/2011 e della D.G.R. X/6738/2017".

La valutazione del rischio idraulico è stata predisposta secondo le metodologie contenute nell'Allegato 4 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione" alla D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. n. 12 dell'11/3/2005" approvati con D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 e successivamente modificati con D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008, per un tempo di ritorno di 200 anni.

Le elaborazioni effettuate hanno definito il grado di pericolosità idraulica(H) ritenuta adeguata alla caratterizzazione dei fenomeni di esondazione interessanti l'ambito di piana alluvionale del fiume Ticino.

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi procedurali:

- analisi degli studi idraulici pregressi allo scopo di acquisire dati di carattere tecnico utili all'elaborazione dello studio (valori di portata, assetto idraulico dei corsi d'acqua, aree inondabili ecc.);
- rilievo geomorfologico di dettaglio del corso d'acqua, delle sponde fluviali e dell'argine di recente realizzazione, supportato dalla base aerofotogrammetrica del comune di Pavia e dal rilievo LIDAR del fiume Ticino;
- rilievo topografico delle sezioni idrauliche di interesse con aggancio delle quote all'aerofotogrammetrico comunale;
- rilievo del profilo fluviale per un tratto sufficiente alla definizione della pendenza media dell'asta;
- determinazione, sulla base dei dati idrologici ed idraulici degli studi sopramenzionati, delle portate al colmo per un tempo di ritorno di 200 anni e degli idrogrammi;
- modellazione idraulica bidimensionale in condizioni di moto vario;
- definizione della pericolosità idraulica incrociando i valori di velocità della corrente a quelli del tirante ottenuti dalla simulazione idraulica bidimensionale;
- individuazione delle aree di rischio (R).

Per gli aspetti di dettaglio si rimanda allo studio idraulico stesso.

5.3.1.7 Risultati delle simulazioni e individuazione delle aree esondabili

Terminata la fase di implementazione e taratura del modello e assegnate le condizioni al contorno sono state condotte le simulazioni idrauliche per l'evento di piena 2000 (piena di

riferimento adottata per il presente studio) che come si è congruente alla piena T200 anni. Mediante le simulazioni 2D è stato possibile definire le condizioni di deflusso del Ticino e delle esondazioni che si verificano nelle aree golenali.

Sono state svolte due simulazioni idrauliche differenti considerando dapprima la sola piena Ticino e successivamente la piena Ticino con la concomitante piena Po, determinando così sia gli allagamenti dovuti esclusivamente alle insufficienze idrauliche del Ticino che a quelli derivanti dal rigurgito del Po.

Nelle figure seguenti sono riportati i risultati ottenuti in termini di tiranti idrici e velocità della corrente.

SIMULAZIONE PIENA DEL TICINO SENZA RIGURGITO DEL PO



Figura 5.1 -Tiranti idrici con piena Ticino senza rigurgito del Po

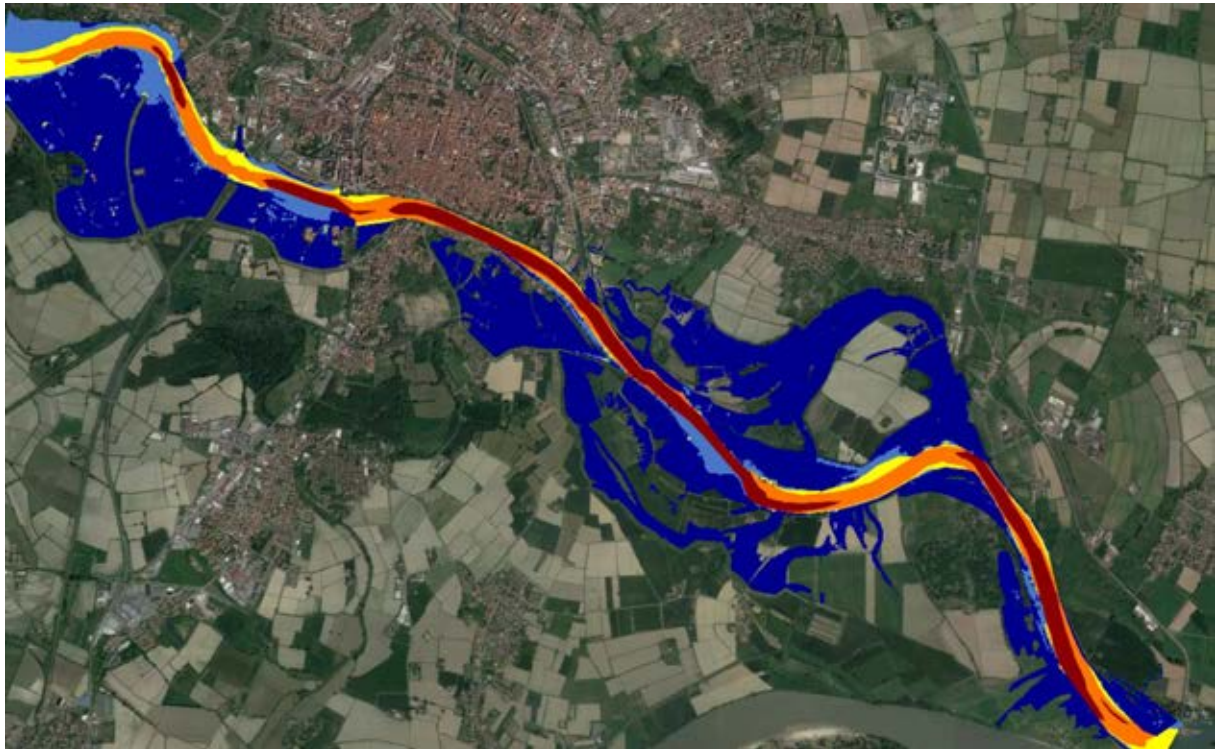


Figura 5.2–Andamento delle velocità con piena Ticino senza rigurgito del Po

Dall'analisi dei risultati si evince che i tiranti maggiori si verificano nella golena destra di monte compresa tra il ponte della tangenziale e il ponte della linea ferroviaria. Le esondazioni in questa porzione del territorio risultano comunque contenute dalla difesa arginale presente. A valle del ponte coperto sempre in destra idraulica le esondazioni risultano contenute dal rilevato arginale esistente. La chiavica posta in corrispondenza della roggia Gravellone impedisce alle esondazioni di allagare il territorio abitato lungo via dei Mille.

In sponda sinistra i livelli di piena risultano contenuti dalla morfologia del territorio per cui non si verificano allagamenti nel centro abitato. Allagamenti in sinistra si verificano solamente nelle aree golenali poste a valle della confluenza del Naviglio di Pavia, ma interessano solamente aree per lo più a valenza agricola e naturale.

Le velocità maggiori si verificano nell'alveo inciso del fiume Ticino, mentre nelle golene le velocità della corrente risultano generalmente dell'ordine di 0.5 m/s.

SIMULAZIONE PIENA DEL TICINO CON RIGURGITO DEL PO



Figura 5.3–Tiranti idrici con piena Ticino e rigurgito del Po



Figura 5.4–Andamento delle velocità con piena Ticino e rigurgito del Po

La simulazione con piena concomitante del Po (evento di piena di riferimento del presente studio) mette in evidenza l'impossibilità del Ticino di recapitare le proprie portate. L'allagamento delle aree golenali, molto più ampio rispetto alla simulazione con la sola piena del Ticino, è dovuto esclusivamente al livello idrico del fiume Po che dà origine ad una sorta di lago il cui livello è superiore alla quota di piano campagna. In sponda destra la gola risulta completamente allagata e i livelli di piena risultano contenuti dal rilevato arginale. La chiusura della chiavica sul Gravelone e il posizionamento dei panconi di via Milazzo impediscono gli allagamenti dei centri urbani posti esternamente all'argine ad eccezione dell'abitato di Borgo Ticino. Le velocità della corrente nelle aree allagate risultano comprese generalmente tra 0.5 e 1.0 m/s.

In sponda sinistra l'allagamento risulta generalmente contenuto dalla morfologia del terreno e le esondazioni non interessano il centro abitato di Pavia. Locali allagamenti che interessano zone urbane possono verificarsi a seguito del rigurgito dei livelli di piena lungo il Navigliaccio (a monte del ponte FS) e lungo il Naviglio di Pavia.

Lungo il Naviglio di Pavia il rientro delle acque del Ticino è limitato dalla chiavica posta lungo Viale Partigiani per cui gli allagamenti interessano parzialmente le abitazioni in fregio alle vie Correnti e Venezia.

In zona "arsenale" a monte del ponte FS il rigurgito all'interno del Navigliaccio da origine ad esondazioni locali che interessano alcuni complessi industriali. Gli allagamenti in questa zona sono fortemente contenuti dall'andamento altimetrico del terreno che in una porzione limitata di territorio subisce una variazione di quote di +2.0 metri.

A valle della confluenza con il Naviglio di Pavia, in sinistra idraulica, si verificano ampie esondazioni che interessano aree golenali a bassa domanda di sicurezza.

5.3.1.8 Zonazione della pericolosità e del rischio

I risultati della modellazione idraulica hanno permesso di effettuare la zonazione della pericolosità e del rischio idraulico su tutto il territorio comunale interessato da allagamenti.

In particolare, l'attività di valutazione e zonazione delle condizioni di rischio idraulico sul corso d'acqua di interesse è stata condotta secondo i criteri indicati nell'Allegato 4 alla D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 - Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12" approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. n. 8/7374 del 28/5/2008.

La zonazione del rischio idraulico ha comportato la predisposizione dei seguenti cartografie tematiche:

1. Zonazione della pericolosità funzione del tirante idrico e della velocità di scorrimento;
2. Zonazione del rischio.

ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La definizione delle classi di pericolosità è stata condotta a partire dalle modalità di propagazione dell'onda di piena in corrispondenza di un evento con tempo di ritorno di 100 anni basandosi sui valori del tirante idrico e della velocità.

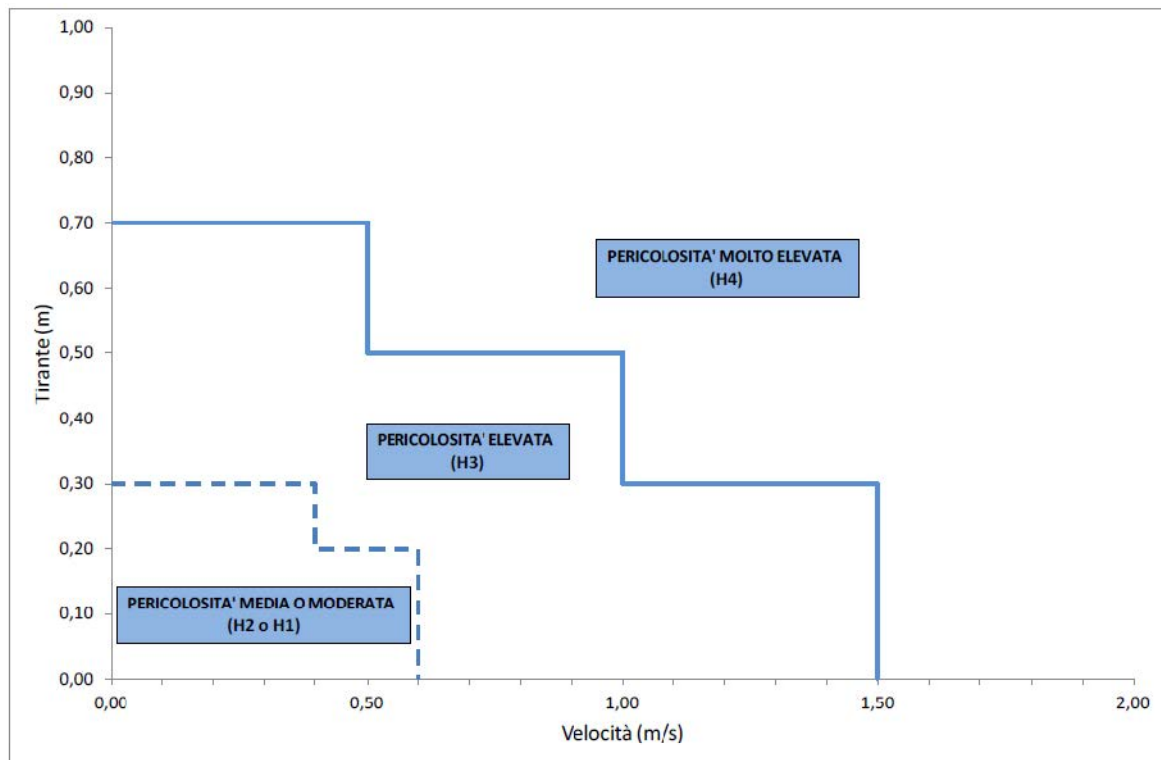


Figura 5.5 – Zonazione della pericolosità (Par. 3.4, All. 4, D.G.R. n° IX/2616 del 30/11/11)

Il grafico individua tre condizioni a differente livello di pericolosità:

- pericolosità molto elevata (H4) con velocità $> 1,5$ m/s e tirante $> 0,7$ m;
- pericolosità elevata (H3) con velocità compresa tra 0,5 e 1,5 m/s e tirante compreso tra 0,3 e 0,7 m;
- pericolosità medio o moderata (H2/H1) con velocità compresa tra 0 e 0,6 m/s e tirante compreso tra 0 e 0,3 m.

In particolare, le classi di pericolosità, sul fiume Ticino, in comune di Pavia, sono state ricavate sovrapponendo la mappa del tirante idrico alla mappa della distribuzione della velocità che si otterranno dal modello HEC-RAS. Dalla sovrapposizione si è ottenuta la carta della pericolosità idraulica e riportata nella tavola PAI-PGRA (cfr. Tav. 15).

ZONAZIONE DEL RISCHIO

La definizione delle classi di rischio è stata condotta incrociando il grado di pericolosità (H) e la relativa classe di danno potenziale (E), secondo le direttive contenute nell'allegato 4 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/11. Inoltre, si è tenuto conto delle definizioni di rischio suggerite dal PAI (art. 7 delle NdA del PAI) e di seguito riportate:

- R0 (rischio residuo): condizione di rischio residuo connesso all'eventuale dam break delle opere di difesa spondale di recente realizzazione;
- R1 (rischio moderato): possibili danni sociali ed economici marginali;
- R2 (rischio medio): possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socioeconomiche;

- R3 (rischio elevato): possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- R4 (rischio molto elevato): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.

Le classi del danno potenziale (E) vengono determinate in funzione degli elementi a rischio contenuti (Tabella 5.1).

Tabella 5.1 – Classi di danno potenziale (Par. 3.5, All. 4, D.G.R. n° IX/2616 del 30/11/11)

DANNO POTENZIALE	ELEMENTI A RISCHIO
Grave (E4)	Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale
Medio (E3)	Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie
Moderato (E2)	Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)
Basso (E1)	Seminativi

Ponendo, a favore di sicurezza, la vulnerabilità (V) pari a 1, il rischio idraulico deriva dall'intersezione tra la pericolosità e il danno potenziale come di seguito riportato:

Tabella 5.2 – Classificazione del rischio (Par. 3.5, All. 4, D.G.R. n° IX/2616 del 30/11/11)

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

L'individuazione della classe di rischio, relativa al territorio di Pavia, è stata effettuata incrociando la carta delle pericolosità idraulica (H) e la carta del danno potenziale (E).

Utilizzando la matrice sopra riportata sono state evidenziate le aree a differente rischio e riportate nella tavola PAI-PGRA (cfr. Tav.16).

5.3.2 COLATORE GRAVELLONE

Il colatore Gravelone è gestito da Consorzio Irriguo e di Bonifica Est-Sesia. All'interno del comprensorio dell'Associazione Est Sesia è individuabile il sotto-comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica della Valle del Ticino la cui rete idrografica ha origine prevalentemente

dalle risorgive site ai piedi dell'altopiano lomellino-pavese. I corsi d'acqua hanno andamento prevalentemente verso due est e formano bacini di scolo caratterizzati da una limitata estensione trasversale.

La rete idrografica che solca il territorio è stata progressivamente modellata dall'uomo in base alle due esigenze e oggi viene utilizzata non solo per l'allontanamento delle acque meteoriche, ma anche come vettore di acque irrigue.

Tale rete di bonifica scarica le proprie piene nel colatore Morasca che, attraversata la ferrovia Pavia – Genova, cambia il suo nome in colatore Grvellone il quale si immette nel fiume Ticino a gravità fintanto che i livelli dei fiumi si mantengono in condizione di magra o di morbida. Durante le piene invece, per evitare che le acque fluviali rifliscano all'interno della rete consortile, un sistema di cinque chiaviche consente di isolare idraulicamente l'intera superficie comprensoriale.

Il canale Grvellone, prima di immettersi in sponda destra del fiume Ticino attraverso la chiavica alla Battella, drena un'area di 4.515 ha all'interno della quale sono interessati diversi comuni limitrofi a Pavia.

L'innalzamento dei livelli idrometrici del fiume Ticino provoca un rigurgito sul canale Grvellone riducendone la capacità di deflusso, talvolta, fino all'inversione del flusso: in tali situazioni occorre presidiare il canale provvedendo alla chiusura della chiavica alla Battella e quindi disgiungendo i livelli idrometrici dei due corsi d'acqua (Grvellone – Ticino).

In effetti il piano di bonifica del colatore Grvellone giace a quota 58.60 m s.l.m. mentre il livello di coronamento dell'argine del Ticino, attraversato dal canale stesso in corrispondenza della suddetta chiavica, si attesta a circa 64.40 m s.l.m., ragione per cui, in occasione di eventi di piena del Ticino si rende necessario chiudere la chiavica della Battella: il colatore Grvellone, privo di sbocco nel proprio ricettore naturale, funziona come un grande vaso lineare il cui livello, in relazione alle precipitazioni, cresce sensibilmente provocando allagamenti.

5.3.2.1 Progetto impianto idrovoro

L'intervento in progetto riguarda la costruzione di una stazione idrovora collocata sul colatore Grvellone, appena a valle dell'immissione nello stesso del colatore Fuga, in territorio di Pavia in prossimità della cosiddetta "Chiavica Grvellone".

L'impianto in progetto potrà sollevare di 6 m circa 10.000 l/s di acqua, al fine di scavalcare l'argine del Ticino e conferirvi le portate di colatura presenti nel canale Grvellone e nel colatore Fuga quando la chiavica viene chiusa.

L'opera è costituita da un manufatto di aspirazione in cls armato, in batteria di 4 moduli aderenti alla sponda sinistra del canale Grvellone, all'interno dei quali alloggiare 4 pompe idrovore che, attraverso un fasciame di altrettante tubazioni in acciaio, scavalcano l'argine del Ticino e si immettono in un manufatto di scarico in cls armato, in sponda sinistra del Grvellone.



Figura 5.6 – inserimento urbanistico

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

6.1 STATO DI FATTO DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO

Il pubblico acquedotto di Pavia, gestito da Pavia Acque, dispone attualmente di n. 15 pozzi di approvvigionamento idropotabile attivi, 2 pozzi disponibili e 4 pozzi dismessi, le cui principali caratteristiche¹ sono riassunte nella sottostante tabella.

Le stratigrafie di tali pozzi sono contenute in All. 1.

¹ Dati forniti da Pavia Acque – Servizio Idrico Integrato

COD_ARPA	COD_PV_ACQUE	cod. all.1 PGT 2013	GESTORE	STATO ATTIVITA'	DENOMINAZIONE POZZO - INDIRIZZO	PROF	DATA_PERF	DITTA_PERF	Livello Statico (m)	Livello dinamico (m)	Q (m/s)	Profondità filtri (m)
									collaudo			
181100006	PZ01811001	29	PAVIA ACQUE	ATTIVO	MIRABELLO - Via Mirabello	240	1988	Negretti				131-135; 138,5-142,5; 170-182; 186-198; 209-217
181100008	PZ01811002	130	PAVIA ACQUE	ATTIVO	TAVAZZANI - Via Tavazzani - Loc. Rocchino	222,5	1985	Irsiam	15	21,3	87	135-171;
181100009	PZ01811003	13	PAVIA ACQUE	ATTIVO	P.E.EP. - Strada Paiola - Loc. Cassinello	220	1987	Irsiam	13,2	17,8	77	119-125; 130-148; 184-196
181100007	PZ01811004	76	PAVIA ACQUE	ATTIVO	BELLINGERA - Via Ponzio	218,5	1982	Negretti				107-125; 164-180; 194-200
181100010	PZ01811005	136	PAVIA ACQUE	ATTIVO	LODI 2 (PONZIO) - Via Ponzio	230	1997	Negretti				106-118; 147-159; 165-171; 176-182; 189-204
181100011	PZ01811006	137	PAVIA ACQUE	ATTIVO	ASCHIERI - Via Aschieri	209	1999	Falciola	12,8			134,5-172; 178-190,5
181100005	PZ01811007	104	PAVIA ACQUE	ATTIVO	LIBERTA' - VIA Montebello della Battaglia	215	1970	Negretti	(3.8)			91-95; 101-111; 120-128; 132-136; 138-148; 152-160; 166-170; 178-190
	PZ01811009	131	PAVIA ACQUE	ATTIVO	GIOIELLO - C.na Gioiello	220	2009	Negretti				125-137, 143-149; 151-155; 166,5-181,5; 185-195; 198-202
181100004	PZ01811010	124	PAVIA ACQUE	ATTIVO	BORGO TICINO - Via dei Mille	232,5	1978	Ronchi				115-118; 126-138
181100001	PZ01811011	135	PAVIA ACQUE	ATTIVO	LODI 1 - Centrale Est - Viale Lodi 67	210	1995		11,7	19,4	124,2	134-152; 164-197
181100002	PZ01811020	132	PAVIA ACQUE	ATTIVO	CAMPEGGI 1 - C.na Campeggi - Strada Casino	200	1995		13,09	22,8	105	123,5- 156,5; 168,5- 183,5
181100013	PZ01811027	27	PAVIA ACQUE	ATTIVO	ALZAIA 2 - Via Alzaia	238,6	1983	Negretti	16	20,35	90	146-148; 152-168; 176-194; 202-208
181100016	PZ01811029	133	PAVIA ACQUE	ATTIVO	CAMPEGGI 2 - Cortile Centrale Nord - Strada Casino	220	1997	Negretti				116-122; 125-137; 142-145; 155-158; 170-194
181100015	PZ01811030	134	PAVIA ACQUE	ATTIVO	CATTANEO - ex area Cattaneo - Strada Casino	213	1999	Falciola	13,8			127,8-159; 165-190
181100000	PZ01811035	128	PAVIA ACQUE	ATTIVO	VILLALUNGA - Via Villalunga	207	1988	Negretti				155-171; 176-184
181100017		102	ASM PAVIA SPA	DISPONIBILE MA NON IN ESERCIZIO (PER EMERGENZA)	VIA OBERDAN	216,75	1951	Negretti				123,75-127,37; 132,59-153,27; 159,50-186,44
181100025			ASM PAVIA SPA	DISPONIBILE MA NON IN ESERCIZIO (PER EMERGENZA)	VIA S. MARGHERITA	193						95 (top) – 145 (bottom)
181100012		28	ASM PAVIA SPA	DISMESSO, DA CHIUDERE	VIA S. GIUSEPPE - Via Alzaia	243	1974	Negretti				
181100014		25	ASM PAVIA SPA	DISMESSO, DA CHIUDERE	VIA ALZAIA - San Giuseppe	194,45	1954	Negretti	12,5	18,7	50	
181100026		108	ASM PAVIA SPA	DISMESSO, DA CHIUDERE	VIA PORTA CALCINARA	185,8	1958	Negretti	2			
181100027		105	ASM PAVIA SPA	DISMESSO, DA CHIUDERE	ARCO -VIA PORTA CALCINARA	186	1956	Negretti	+ 2.6			

Tabella 6.1 – Stato di fatto acquedotto comunale

L'acqua prelevata dai pozzi in esercizio viene convogliata alle centrali di trattamento (vedi tabella seguente) dove viene sottoposta a trattamento di deferrizzazione e demanganizzazione mediante preossidazione ad aria e successiva filtrazione su letto di quarzite e pirolusite. In alcuni casi, qualora le caratteristiche qualitative dell'acqua dei pozzi di emungimento lo necessiti, è prevista un'ulteriore fase di trattamento mediante adsorbimento su carboni attivi granulari.

Il volume d'acqua prelevato e addotto alle centrali di potabilizzazione negli anni 2017 – 2018– 2019 è riportato nella seguente tabella (fonte dati: Pavia Acque).

Tabella 6.2 – Volumi di sollevato annuo suddivisi per centrale di potabilizzazione

Codice Pozzo	Denominazione	Volume prelevato-m3/anno			Codice Centrale	Denominazione
		2017	2018	2019		
PZ01811006	ASCHIERI	4.210.308	3.889.856	4.724.184	AP01811003	CENTRALE NORD
PZ01811011	LODI 1					
PZ01811005	LODI 2 (PONZIO)					
PZ01811004	BELLINGERA					
PZ01811003	P.E.EP.					
PZ01811002	TAVAZZANI	5.379.173	5.032.694	5.180.251	AP01811004	CENTRALE EST
PZ01811020	CAMPEGGI 1					
PZ01811029	CAMPEGGI 2					
PZ01811030	CATTANEO					
PZ01811027	ALZAIA 2					
PZ01811009	GIOIELLO	608.054	478.500	417.360	AP01811002	CENTRALE MIRABELLO
PZ01811001	MIRABELLO					
PZ01811035	VILLALUNGA					382.573
PZ01811010	BORGIO TICINO	506.676	440.288	354.443	AP01811005	
PZ01811007	LIBERTA					652.990
TOTALE		11.739.774	10.769.926	11.322.403		

Le perdite idriche reali su immesso in rete (relativo al sistema acquedottistico Pavia e Comuni Limitrofi che comprende: Certosa di Pavia - Lardirago - Pavia - San Martino Siccomario - Sant'Alessio con Vialone - Travacò Siccomario - Torre d'Isola - Borgarello), il consumo autorizzato, misurato e fatturato, nonché la dotazione idrica su fatturato all'utenza del Comune di Pavia sono riportati nella seguente tabella:

anno	Perdite di rete % su sollevato	consumo autorizzato, misurato e fatturato (m3)	Dotazione idrica su fatturato all'utenza [l/(ab.d)]
2017	12,6%	9.233.908	348
2018	10,8%	8.732.875	329

In merito agli interventi in corso/previsti sulla rete acquedottistica, il Gestore ha dichiarato che:

“Nel prossimo quinquennio non sono previsti interventi sulle opere di captazione e trattamento presenti nel Comune di Pavia. Interventi rilevanti sono stati infatti conclusi nel precedente quinquennio. Per quel che riguarda il sistema di distribuzione sono previsti interventi di rinnovamento della rete del centro storico, oltre ad interventi di minore importanza. In particolare, è prevista la rinnovazione e potenziamento del sistema di distribuzione acquedottistica di:

Via Maffi, Piazza S. Teodoro, Vicolo Terenzio e Via Volturmo;

Via Rezia, dei Liguri, Cossa e Cardano.”

6.2 FABBISOGNO IDRICO

L'Amministrazione Comunale di Pavia si è dotata nel 2018 dell'aggiornamento del Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo (PUGSS). Parallelamente all'aggiornamento del quadro conoscitivo del PUGSS (Parte A) è stato implementato uno studio idraulico sulla rete acquedottistica al fine di valutare la capacità della rete esistente a fronte delle previsioni del Piano di Governo del Territorio della città di Pavia, con particolare riferimento agli Ambiti di trasformazione ed ai Piani attuativi superiori a 20'000 mq. (allegato 1 al PUGSS). Gli ambiti considerati in tale studio sono di seguito elencati.

Ambiti di trasformazione:

- Arsenale (AD1);
- Necchi e scalo FS (AD2a);
- Necchi e scalo FS (AD2b);
- Dogana (AD3);
- Piazzale Europa e gasometro (AD4);
- SNIA (AD5);
- Ex Chatillon (AD6);
- Neca (AS1);
- Via Vigentina (C.P.In);
- Via Lardirago (RM1);
- Mirabello (RM2);
- Viale Certosa (Pr1);
- Distretto della Scienza (D1);
- Distretto della Scienza (D2);
- Parco delle Basiliche (AC).

Piani attuativi con superficie > 20'000 mq:

- Tettoie Nuove (PR 01);
- Caserma Rossani (PR 02);
- Caserma Via Tasso (PR 04);
- Borgo Ticino Sud (PS 02);
- Acquanegra (PP 01);
- Via Amendola (PP 02);
- Via Genova (PV 01);
- Via Schieri (AM 01);

- Strada Bellingera (AM 02);
- Ca' della Terra (AM 03).

MODELLAZIONE IDRAULICA

La modellazione idraulica della rete è stata sviluppata utilizzando il codice di calcolo Epanet sviluppato dall'Environmental Protection Agency. Di seguito sono riportati sinteticamente i dati utilizzati per il modello; per gli aspetti di dettaglio si rimanda al documento stesso riportato in All. 10 alla presente relazione.

Caratteristiche geometriche della rete: le caratteristiche geometriche della rete sono state inserite nel modello in base ai dati forniti dal gestore su piattaforma Arcgis:

- tracciati delle condotte;
- tipologia di condotta (distribuzione, adduzione, convogliamento);
- diametro e materiale delle condotte.

Domanda idrica

Nel sopraccitato documento, sulla base del volume d'acqua sollevato ad uso potabile nel 2017 pari a 11'374'705 mc, è stata calcolata la portata media e quella del giorno di massimo consumo complessivamente erogate sul territorio servito:

$V_{\text{annuo}} = 11'374'705 \text{ mc}$

$Q_{\text{media}} = 361 \text{ l/s}$

$Q_{\text{punta}} = 505 \text{ l/s}$.

Per quanto riguarda invece le nuove aree da servire, il fabbisogno è stato calcolato secondo le indicazioni del Piano d'Ambito dell'A.T.O. Pavia (che a sua volta fa riferimento al Piano di Tutela delle Acque della Regione Lombardia) relativamente alle dotazioni e fabbisogni da considerare nella programmazione e gestione dei sistemi di acquedotto.

I criteri utilizzati sono i seguenti:

1. FABBISOGNI POTABILI E SANITARI

a. popolazione residente:

- fabbisogno base	200 l/ab*g
- incremento del fabbisogno base per l'incidenza dei consumi urbani e collettivi	
Classe demografica:	Incremento:
< 5'000 abitanti	60 l/ab*g
5'000 – 10'000 abitanti	80 l/ab*g
10'000 – 50'000 abitanti	100 l/ab*g
50'000 – 100'000 abitanti	120 l/ab*g
> 100'000 abitanti	140 l/ab*g
b. popolazione stabile non residente:	200 l/ab*g
c. popolazione fluttuante:	200 l/ab*g

d. *popolazione senza pernottamento, compresi addetti ad attività lavorative* 80 l/ab*g

e. *addetti dei futuri insediamenti ad uso lavorativo* 20 mc/ha*g

2. FABBISOGNI PRODUTTIVI

Limite massimo = 20% voce 1

Di seguito si riportano le caratteristiche delle aree per ciascuno degli ambiti considerati:

Tabella 6.3 - caratteristiche dei Piani attuativi e Ambiti di trasformazione (fonte: PGT)

AMBITO	Superficie [mq]	Popolazione residente	Area con addetti ai lavori futuri insediamenti [mq]	Aree con fabbisogni produttivi [mq]
Ambiti di trasformazione				
Arsenale (AD1)	143 600	859	42 936	
Necchi e scalo FS (AD2a)	182 291	602	30 095	
Necchi e scalo FS (AD2b)	100 653	1 090	54 505	
Dogana (AD3)	98 028	777	38 855	
Piazzale Europa e gasometro (AD4)	42 300	260	12 980	
SNIA (AD5)	169 859	1 016	50 788	
Ex Chatillon (AD6)	60 500	363	18 150	
Neca (AS1)	78 796	500	10 500	
Via Vigentina (C.P.In)	78 540		31 416	
Via Lardirago (RM1)	25 284	202		
Mirabello (RM2)	22 846	183		
Viale Certosa (Pr1)	136 241			54.496
Distretto della Scienza (D1)	150 250		15 025	
Distretto della Scienza (D2)	63 000		6 300	
Parco delle Basiliche (AC).	88 038	352	42 936	
Piani attuativi				
Tettoie Nuove (PR 01)	20 000	96	3 200	
Caserma Rossani (PR 02)	39 000	187	6 240	
Caserma Via Tasso (PR 04)	23 500	113	3 760	
Borgo Ticino Sud (PS 02)	22 250	89		
Acquanegra (PP 01)	32 500	65		
Via Amendola (PP 02)	29 170	58		
Via Genova (PV 01)	95 680	100		
Via Schieri (AM 01)	55 570		27 785	27 785
Strada Bellingera (AM 02)	46 550		23 275	23 275
Ca' della Terra (AM 03)	22 400		11 200	11 200

Il fabbisogno per il giorno di massimo consumo è stato valutato applicando un coefficiente di incremento C24 valutato in base alle classi demografiche, sempre secondo le indicazioni del Piano di Tutela.

Classe demografica:	C24
< 50'000 abitanti	1.5
50'000 – 100'000 abitanti	1.4
100'000 – 300'000 abitanti	1.3
> 300'000 abitanti	1.25

Tali dati hanno permesso di stimare il fabbisogno idrico medio e quello relativo al giorno di massimo consumo per ciascuna delle aree di futuro sviluppo.

Tabella 6.4 - Fabbisogno idrico calcolato per le aree dei Piani attuativi e Ambiti di trasformazione

AMBITO	Fabbisogno idrico medio [l/s]	Fabbisogno idrico giorno di massimo consumo [l/s]
Ambiti di trasformazione		
Arsenale (AD1)	5.45	7.63
Necchi e scalo FS (AD2a)	3.82	5.35
Necchi e scalo FS (AD2b)	6.91	9.67
Dogana (AD3)	4.93	6.90
Piazzale Europa e gasometro (AD4)	1.65	2.31
SNIA (AD5)	6.44	9.02
Ex Chatillon (AD6)	2.30	3.22
Neca (AS1)	3.13	4.38
Via Vigentina (C.P.In)	0.73	1.02
Via Lardirago (RM1)	1.05	1.47
Mirabello (RM2)	0.95	1.33
Viale Certosa (Pr1)	1.51	2.11
Distretto della Scienza (D1)	2.09	2.93
Distretto della Scienza (D2)	0.88	1.23
Parco delle Basiliche (AC).	1.83	2.56
Piani attuativi		
Tettoie Nuove (PR 01)	0.57	0.80
Caserma Rossani (PR 02)	1.12	1.57
Caserma Via Tasso (PR 04)	0.67	0.94
Borgo Ticino Sud (PS 02)	0.46	0.64
Acquanegra (PP 01)	0.34	0.48
Via Amendola (PP 02)	0.30	0.42
Via Genova (PV 01)	0.52	0.73
Via Schieri (AM 01)	0.77	1.08
Strada Bellingera (AM 02)	0.65	0.91
Ca' della Terra (AM 03)	0.31	0.43

Caratteristiche dei pozzi e delle centrali di pompaggio: le caratteristiche dei pozzi e delle centrali di pompaggio, nonché il funzionamento del sistema di approvvigionamento, sono stati schematizzati in base alle indicazioni fornite dal gestore Pavia Acque S.c.a.r.l..

Tabella 6.5 - caratteristiche degli impianti esistenti (fonte: Pavia Acque S.c.a.r.l.)

IMPIANTO	Descrizione	Portata massima	Pressione
Centrale Est - LODI	Stazione di pompaggio rete costituita da N.4 pompe di rilancio.	300 l/s	4.5 bar
Centrale Nord – CAMPEGGI	Stazione di pompaggio rete costituita da N.4 pompe di rilancio.	300 l/s	4.5 bar
MIRABELLO	Stazione di pompaggio rete costituita da N.1 pompe di rilancio.	25 l/s	4.5 bar
VILLALUNGA	Stazione di pompaggio rete costituita da N.1 pompe di rilancio.	25 l/s	4.5 bar
BORGO TICINO	Stazione di pompaggio rete costituita da N.1 pompe di rilancio.	25 l/s	5.0 bar
LIBERTA'	Stazione di pompaggio rete costituita da N.2 pompe di rilancio.	50 l/s	5.5 bar
ALZAIA II	L'acqua viene pompata e convogliata verso le vasche di accumulo della Centrale Nord da n.2 elettropompe sommerse con $Q_{max} = 25$ l/s cadauna.		
TAVAZZANI	L'acqua viene pompata e convogliata verso le vasche di accumulo della Centrale Est da n.2 elettropompe sommerse con $Q_{max} = 20$ l/s cadauna.		
P.E.E.P.	L'acqua viene pompata e convogliata verso le vasche di accumulo della Centrale Est da n.2 elettropompe sommerse con $Q_{max} = 25$ l/s cadauna.		

RISULTATI DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE

Le simulazioni condotte nello stato di fatto mostrano la sostanziale adeguatezza della rete a rispondere in termini quantitativi al fabbisogno idrico.

L'analisi dello scenario di piano ha evidenziato che la rete idrica è attualmente in grado di assorbire l'aumento della domanda dovuto alle previste trasformazioni urbanistiche.

Un eventuale potenziamento del sistema di approvvigionamento nella parte sud del territorio comunale permetterebbe di ottimizzare il funzionamento della rete.

Anche in assenza di tale potenziamento, le condotte di adduzione principali permettono la compensazione delle portate disponibili tra i vari impianti attivi, garantendo un servizio adeguato su tutto il territorio comunale.

6.3 DOCUMENTAZIONE CONOSCITIVA DEL DEPURATORE E DELLE RETI DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI SCARICO

Nel seguente paragrafo si riporta una sintetica descrizione delle caratteristiche funzionali e il volume annuo trattato dal depuratore di Pavia (dati forniti da Pavia Acque).

Il Depuratore di PAVIA (DP01811001) effettua un trattamento terziario avanzato dei reflui in ingresso.

I comparti della linea acque sono i seguenti:

- Trattamenti primari: grigliatura fine, dissabbiatura, sedimentazione primaria;
- Trattamenti secondari: Ossidazione sospesa, sedimentazione secondaria, chiari flocculazione;
- Trattamenti terziari: Postdenitrificazione e defosfatazione;
- Trattamento finale dello scarico: Disinfezione tramite UV, Biofiltrazione su massa adesiva e filtrazione su tela.

I comparti della linea fanghi sono i seguenti: preispessimento, digestione anaerobica, disidratazione mediante centrifuga.

I Volumi trattati dal depuratore sono riportati di seguito:

Volumi annui trattati dall'impianto [m3]			
2016	2017	2018	2019
14.959.566	15.096.550	13.740.758	15.884.067

Insufficienze idrauliche rilevate

In occasione dell'evento di piena dell'Ottobre-Novembre 2019, l'innalzamento del livello del Ticino e dei corsi d'acqua hanno comportato l'allagamento delle stazioni di sollevamento rivierasche (Via Lungo Ticino Sforza e Via Montebello della Battaglia) e di Via Milazzo con fermi impianti e cedimenti delle sedi stradali.

Attualmente è in fase di approvazione da parte di ATO, un rilevato intervento di riorganizzazione del sistema fognario e depurativo dei comuni di Pavia, Vellezzo Bellini, Rognano, Giussago, Zeccone, Certosa di Pavia, Borgarello e San Genesio ed Uniti che porterà alla realizzazione di un nuovo impianto di depurazione ubicato a Pavia tra la cascina Casino e la frazione Cassinino, in prossimità dell'area produttiva "Cascina Campeggi".

In All. 3 è riportata una breve descrizione dell'intervento in progetto, l'ubicazione prevista del nuovo impianto e lo schema degli agglomerati in progetto.

6.4 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO

L'andamento delle unità idrogeologiche del sottosuolo è visualizzato nelle sezioni di **Tav. 3**, orientate secondo direzioni E-W e N-S in modo da definire la distribuzione orizzontale e verticale dei corpi litologici e l'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale superiore.

Alla base della caratterizzazione idrogeologica degli acquiferi presenti nell'area in esame, è stata adottata la suddivisione delle unità idrostratigrafiche, dall'alto verso il basso, introdotta da Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. e Nespoli M, 1994:

UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA (facies fluviali dell'Olocene-Pleistocene Sup.);

UNITÀ SABBIOSO-GHIAIOSA (facies fluviali del Pleistocene Medio);

UNITÀ A CONGLOMERATI E ARENARIE (facies fluviali del Pleistocene Inf.);

UNITÀ SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentale e transizionale, Pleistocene Inf.-Villafranchiano Sup. e Medio Auct.);

UNITÀ ARGILLOSA (facies marina, Pleistocene Inf.-Calabriano Auct.).

Queste unità sono state più di recente riclassificate da Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002, nelle seguenti unità idrostratigrafiche e riprese nelle elaborazioni del nuovo PTUA 2016:

Gruppo Acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio); all'incirca corrispondente all'unità ghiaioso-sabbiosa;

Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio); all'incirca corrispondente all'insieme delle unità sabbioso-ghiaiosa e a conglomerati e arenarie;

Gruppo Acquifero C (Pleistocene Medio); corrispondente alla parte superiore dell'unità sabbioso-argillosa;

Gruppo Acquifero D (Pleistocene Inf.); corrispondente alla restante parte dell'unità sabbioso-argillosa.

Le Unità riconosciute in territorio di Pavia sono di seguito descritte dalla più superficiale alla più profonda:

Gruppo Acquifero A

E' costituito da depositi sciolti porosi aventi una permeabilità da alta a medio-alta, che, localmente, in superficie diventa bassa a causa della presenza di coperture di natura limosa. Si tratta di ghiaie in matrice sabbiosa, sabbie da fini a medie e sabbie localmente limose, al quale si intercalano lenti limoso-argillose di vario spessore (anche plurimetrico) ed estensione areale, alcune delle quali in grado di determinare localmente una compartimentazione del primo acquifero, di ambiente di deposizione continentale fluviale braided ad alta energia e con spessore medio di circa 100 m. Il gruppo è sede dell'acquifero principale, tradizionalmente captato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile di vecchia realizzazione e da pozzi privati, con superficie stagionalmente assai prossima al piano campagna, che si differenzia in una porzione superficiale libera e/o localmente sospesa sostenuta dalla presenzadi intercalazioni a bassa permeabilità, idrogeologicamente in comunicazione diretta con la superficie (A1), da una più profonda semiconfinata e confinata (A2). La soggiacenza della falda principale e/o sospesa si attesta mediamente a profondità comprese tra <5m e 5-17 m da p.c., in funzione delle oscillazioni stagionali della superficie freatica che della morfologia del territorio. È possibile che si verifichino interferenze degli scavi con la superficie piezometrica; si rende pertanto necessario effettuare una verifica idrogeologica

dell'area interessata dalla posa delle reti, finalizzata alla valutazione delle possibili interferenze tra interventi di scavo per la posa dei sottoservizi e la falda sottostante, nonché alla definizione delle migliori modalità operative di esecuzione degli interventi.

Gruppo Acquifero B

È presente con continuità in tutto il territorio esaminato ed è costituito da depositi di ambiente continentale in facies fluvioglaciale/fluviatile di tipo braided. Litologicamente è composto da sabbie, sabbie fini localmente ghiaiose a cui si intercalano livelli di argille e argille limose con torbe, di spessore plurimetrico. Ambiente di deposizione: continentale fluviatile braided. Lo spessore complessivo varia tra 80 e 120 m.

Il presente gruppo è sede falde sovrapposte intermedie e profonde di tipo confinato o artesiano, dovute alla presenza di orizzonti semipermeabili ed impermeabili arealmente continui.

Gruppo Acquifero C

È presente con continuità in tutto il territorio esaminato ed è costituito da depositi in facies continentale/transizionale deltizia. Litologicamente è costituita da sedimenti fini sabbiosi alternati ad argille limose verdastre e argille palustri bruno nerastre. Locale presenza di livelli di torbe. Lo spessore complessivo è sconosciuto in quanto il limite inferiore non è stato raggiunto dalle perforazioni dei pozzi più profondi presenti nell'area.

Nei livelli permeabili sono presenti acquiferi profondi, di tipo confinato, la cui vulnerabilità è mitigata dalla presenza a tetto di strati argillosi arealmente continui, ma non sono da escludere collegamenti ed alimentazione da parte dell'acquifero libero superiore ad alta vulnerabilità.

6.5 CARATTERI PIEZOMETRICI LOCALI

La morfologia della superficie piezometrica dell'acquifero principale (**Tav. 2**) è stata ricostruita tramite una campagna di misurazione del livello statico effettuata dagli Scriventi in data novembre-dicembre 2020 sui seguenti punti di monitoraggio:

- piezometri di controllo della falda realizzati nell'ambito degli studi per la definizione dei plume di contaminazione interessanti la città di Pavia (progetto Plume);
- pozzi pubblici (Pavia Acque) dotati di piezometro all'interno del drenaggio;
- pozzi privati.

I dati utilizzati nell'elaborazione della piezometria sono riportati nella seguente tabella:

Comune	ID	Fonte / Proprietà	L.S. nov-dic 2020 (m)	Quota piezometrica nov-dic 2020 (m s.l.m.)
Pavia	MW1	Progr. Plume - Lotto 2	12,46	63,542
Pavia	MW2	Progr. Plume - Lotto 2	13,9	62,618
Pavia	MW3	Progr. Plume - Lotto 2	11,83	65,973
Pavia	MW4	Progr. Plume - Lotto 2	12,59	63,329
Pavia	MW5	Progr. Plume - Lotto 2	17,29	61,806
Pavia	MW6	Progr. Plume - Lotto 2	18,29	58,999

Pavia	MW7a	Progr. Plume - Lotto 2	7,93	54,505
Pavia	MW8	Progr. Plume - Lotto 2	8,04	56,916
Pavia	MW9	Progr. Plume - Lotto 2	4,82	55,228
Pavia	MW10	Progr. Plume - Lotto 2	10,08	70,435
Pavia	MW11	Progr. Plume - Lotto 2	14,31	65,629
Pavia	MW12	Progr. Plume - Lotto 2	9,68	71,772
Pavia	MW13	Progr. Plume - Lotto 2	8,2	70,421
Pavia	MW14	Progr. Plume SC - Lotto 2	8,22	67,228
Pavia	MW15	Progr. Plume SC - Lotto 2	7,77	66,768
Pavia	MW16	Progr. Plume SC - Lotto 2	11,69	64,831
Pavia	MW17	Progr. Plume SC - Lotto 2	8,83	65,857
Pavia	MW18	Progr. Plume SC - Lotto 2	13,49	67,058
Pavia	MW19	Progr. Plume SC - Lotto 2	14,49	65,902
Pavia	MW20	Progr. Plume SC - Lotto 2	17,07	62,67
Pavia	MW22	Progr. Plume SC - Lotto 3	12,78	67,967
Pavia	MW23	Progr. Plume SC - Lotto 3	11,71	65,792
Pavia	MW24	Progr. Plume SC - Lotto 3	11,37	64,941
Pavia	MW25	Progr. Plume SC - Lotto 3	11,53	64,877
Pavia	MW26	Progr. Plume SC - Lotto 3	18,13	63,147
Pavia	MW28	Progr. Plume SC - Lotto 3	17,33	60,77
Pavia	PZAbis	ex-Neca	10,07	64,424
Pavia	PZBbis	ex-Neca	12,03	64,954
Pavia	PZD	ex-Neca	12,03	63,644
Pavia	PZEbis	ex-Neca	10,97	65,446
Pavia	PZF	ex-Neca	12,23	63,484
Pavia	PZGbis	ex-Neca	8,75	63,815
Pavia	PZH	ex-Neca	8,23	65,466
Pavia	PZI	ex-Neca	12,49	63,166
Pavia	PZL	ex-Neca	10,69	64,028
Pavia	PZEst1	ex-Neca	8,54	63,101
Pavia	PZEst2	ex-Neca	10,53	62,113
Pavia	PZEst3	ex-Neca	11,38	65,014
Pavia	pzR	ex-Neca	11,44	64,876
Pavia	PZ1	ex-Marelli	13,27	63,245
Pavia	PZ2	ex-Marelli	16,42	62,117
Pavia	PZ15	ex-Marelli	17,67	61,883
Pavia	PZ16	ex-Marelli	17,15	61,935
Pavia	PZ01811020	PAVIA ACQUE / C.na Campeggi - Strada Casino	2,89	80,11
Pavia	PZ01811006	PAVIA ACQUE / ASCHIERI - Via Aschieri	5,75	73,15

Pavia	PZ01811006	PAVIA ACQUE / ASCHIERI - Via Aschieri	6,65	72,25
Pavia	PZ01811030	PAVIA ACQUE / CATTANEO - ex area Cattaneo - Strada Casino	3,56	78,64
Pavia	PZ01811030	PAVIA ACQUE / CATTANEO - ex area Cattaneo - Strada Casino	9,25	72,95
Pavia	PZ01811009	PAVIA ACQUE /GIOIELLO - C.na Gioiello	4,72	78,51
Giussago	305	ASM Pavia / Fraz. Guinzano	3,84	83,29
San Martino Siccomario	580	ASM Pavia / Via Garibaldi	3,73	56,75
Ceranova	308	Pavia Acque S.c.a.r.l.	1,98	80,32
Pavia	818	Consorzio La Libellula - Via Abbiategrosso 260	11,18	72,81
Pavia	018110- 0130	Condominio Via Sora 45	8,82	65,18
Cava Manara	552	Azienda Agricola Teti Domenico	19,1	63,87
Giussago	298	ASM Pavia / Fraz. Turago Bordone - Via Laghetto/Via Grande	5,55	81,58

L'andamento piezometrico evidenzia la presenza di una falda radiale convergente e dell'asse di drenaggio costituito dal F. Ticino. Le quote piezometriche si attestano tra 55 e 80 m s.l.m., le direzioni di flusso sono orientate NNE-SSW nel settore nord-occidentale, N-S nel settore centrale, NW-SE nel settore centro-orientale e NNW-SSE nel settore orientale. Il gradiente idraulico si attesta mediamente tra 6 e 10 per mille.

E' stata elaborata inoltre la soggiacenza dell'acquifero principale tramite interpolazione tra le quote piezometriche e i punti quotati derivanti dall'aerofotogrammetrico comunale. In Tav. 2 sono riportate le linee di soggiacenza dell'acquifero principale pari a 5 m e 10 m da piano

campagna.

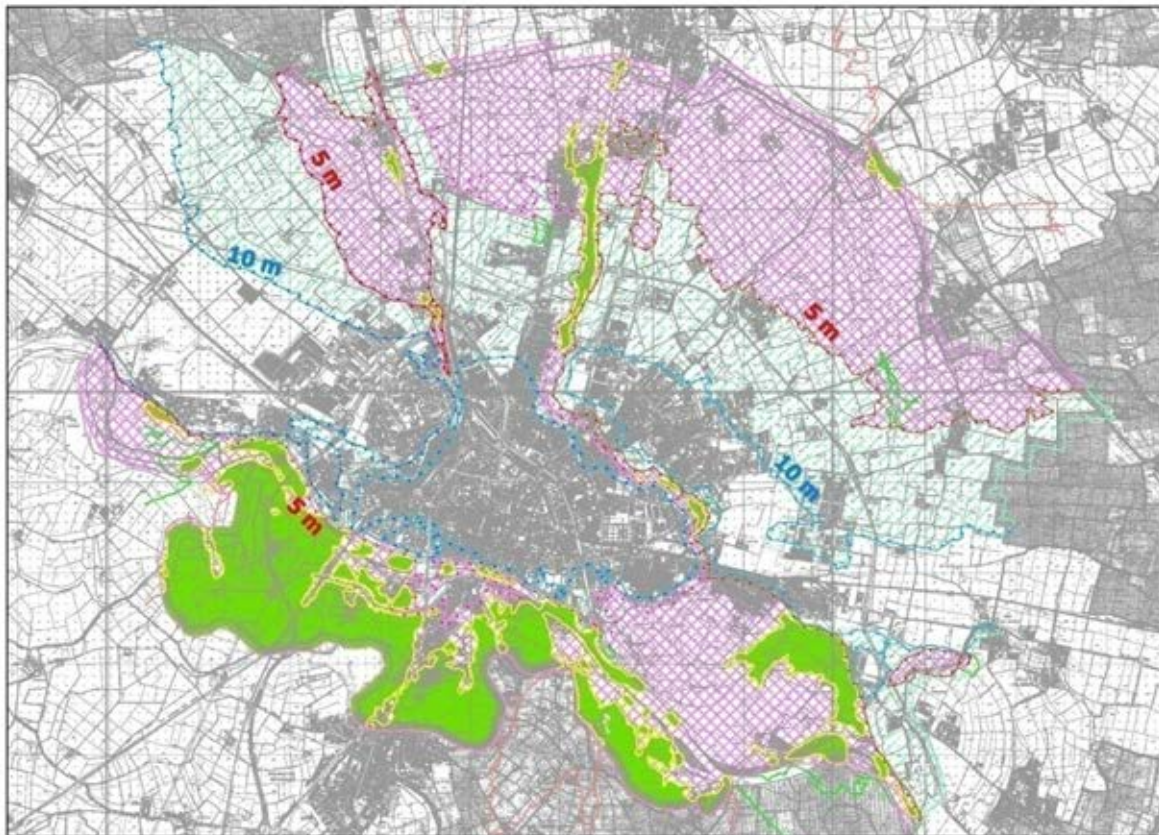


Figura 6.1 – Soggiacenza acquifero principale

I valori minimi di soggiacenza (<2,5 m) si attestano in corrispondenza dell'ambito fluviale/golenale del Ticino e localmente della Roggia Vernavola; i valori compresi tra 2,5 e 5 m interessano il settore più settentrionale dell'ambito di pianura, mentre valori superiori a 10 m si attestano in corrispondenza delle zone urbanizzate.

6.6 QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA

La qualità delle acque sotterranee nel territorio di Pavia è stata desunta dall'esame della serie storica dei dati analitici dei pozzi dell'acquedotto Comunale, acquisiti da Pavia Acque.

In **All. 3a, b, c, d** sono riportate le determinazioni analitiche nel quinquennio 2016-2020, riguardanti i parametri chimico-fisici, i solventi clorurati e gli antiparassitari relative ai pozzi dell'Acquedotto (acque grezze).

I pozzi di Pavia captano l'acquifero superiore in seno alla parte profonda del gruppo acquifero A con falda da libera a semiconfinata e gli acquiferi intermedi/profondi del gruppo acquifero B con carattere da semiconfinato a confinato (vedi **Tav. 3**).

I caratteri chimici delle acque sotterranee sono in stretto rapporto con la tipologia e vulnerabilità dell'acquifero captato. Nell'acquifero di tipo libero si determinano, infatti, condizioni di maggiore mineralizzazione delle acque, dovute a cause sia naturali (sistemi termodinamici aperti, maggiore pressione parziale di anidride carbonica dovuta alla presenza di suoli), che artificiali (inquinamenti con immissione di sostanze in grado di alterare direttamente o indirettamente, mediante reazioni chimiche, l'idrochimica naturale); negli acquiferi protetti è evidente una ridotta mineralizzazione rispetto a quella dei sistemi acquiferi più superficiali e basse concentrazioni di alcuni parametri quali i cloruri e i solfati, indicativi del miglior stato di conservazione generale delle falde stesse.

Nelle seguenti tabelle si riassumono i principali parametri idrochimici delle acque dei pozzi ad uso potabile di Pavia, suddivisi per struttura acquifera captata, relativi alle più recenti determinazioni analitiche disponibili.

Tabella 6.6 – Parametri chimico-fisici – pozzi ad uso potabile

Data	Codice PVA	Punto di campionamento	Acquifero	Cond. (µS/cm)	Nitrati (mg/l)	Durezza Totale (°F)	Cloruri (mg/l)	Solfati (mg/l)	Calcio (mg/l)	Magnesio (mg/l)	Ferro (µg/l)	Manganese (µg/l)	Cromo (µg/l)
07/01/20	PZ01811001	MIRABELLO - Via Mirabello	B	296	< 1	13	5	3	39	8	132,5	89,2	< 0,2
07/01/20	PZ01811002	TAVAZZANI - Via Tavazzani	B	299	< 1	15	1	5	44	9,2	292,1	171,3	< 0,2
07/01/20	PZ01811003	P.E.E.P. - strada Paiola	A2+B	285	< 1	14	1	3	42	8,9	348,7	152,3	< 0,2
07/01/20	PZ01811004	BELLINGERA - Via Ponzio	A2+B	260	< 1	12	3	2	36	7,2	77,1	96,3	< 0,2
04/02/19	PZ01811005	LODI 2 (PONZIO) - Via Ponzio	A2+B	230	< 1	13	11	< 1			94	114	
07/01/20	PZ01811006	ASCHIERI - Via Aschieri	B	271	< 1	13	1	3	40	7,7	72,2	140,4	< 0,2
07/01/20	PZ01811007	LIBERTA' - Via Montebello della Battaglia - Lungo Ticino	B	307	< 1	12	11	2	36	7,3	112,3	103,7	< 0,2
07/01/20	PZ01811009	GIOIELLO - C.na Gioiello	B	285	< 1	14	2	5	41	8,1	141,6	101	< 0,2
07/01/20	PZ01811010	BORGIO TICINO - Via dei Mille	B	336	< 1	13	19	< 1	37	7,7	71,2	93,3	< 0,2
04/02/19	PZ01811011	LODI 1 - Viale Lodi 67 - Centrale Est	B	220	< 1	16	14	5			56	94	
07/01/20	PZ01811020	CAMPEGGI 1 - str. Casino - C.na Campeggi	B	286	< 1	14	3	5	41	8,2	121,1	105,9	< 0,2
07/01/20	PZ01811027	ALZAIA 2 - Via Alzaia	B	293	< 1	13	5	4	40	8,3	135,3	116,9	< 0,2
07/01/20	PZ01811029	CAMPEGGI 2 - str. Casino - cortile Centrale Nord	B	315	< 1	14	5	5	43	8,6	182,6	104,7	< 0,2
07/01/20	PZ01811030	CATTANEO - str. Casino	B	322	< 1	14	7	5	43	8,5	148,9	113,1	< 0,2

07/01/20	PZ01811035	VILLALUNGA - Via Villalunga	B	290	< 1	13	2	5	40	8,1	240,7	84,3	< 0,2
----------	------------	--------------------------------	---	-----	-----	----	---	---	----	-----	-------	------	-------

Tabella 6.7 – Solventi clorurati – pozzi ad uso potabile

Data	Codice PVA	Punto di campionamento	Acquifero captato	Tetracloroetilene + Tricloroetilene (µg/l)	Triometani totali (µg/l)
07/01/2020	PZ01811001	MIRABELLO - Via Mirabello	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811002	TAVAZZANI - Via Tavazzani	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811003	P.E.E.P. - strada Paiola	A2+B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811004	BELLINGERA - Via Ponzio	A2+B	< 1	< 1
04/02/2019	PZ01811005	LODI 2 (PONZIO) - Via Ponzio	A2+B	Inf. al limite di rilevabilità	Inf. al limite di rilevabilità
07/01/2020	PZ01811006	ASCHIERI - Via Aschieri	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811007	LIBERTA' - Via Montebello della Battaglia - Lungo Ticino	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811009	GIOIELLO - C.na Gioiello	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811010	BORGIO TICINO - Via dei Mille	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811011	LODI 1 - Viale Lodi 67 - Centrale Est	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811020	CAMPEGGI 1 - str. Casino - C.na Campeggi	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811027	ALZAIA 2 - Via Alzaia	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811029	CAMPEGGI 2 - str. Casino - cortile Centrale Nord	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811030	CATTANEO - str. Casino	B	< 1	< 1
07/01/2020	PZ01811035	VILLALUNGA - Via Villalunga	B	< 1	< 1

Tabella 6.8 – Antiparassitari – pozzi ad uso potabile

Data	Codice PVA	Punto di campionamento	Acquifero captato	Antiparassitari totali (µg/l)
07/01/2020	PZ01811001	MIRABELLO - Via Mirabello	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811002	TAVAZZANI - Via Tavazzani	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811003	P.E.E.P. - strada Paiola	A2+B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811004	BELLINGERA - Via Ponzio	A2+B	< 0,02
17/04/2018	PZ01811005	LODI 2 (PONZIO) - Via Ponzio	A2+B	Inf. al limite di rilevabilità
07/01/2020	PZ01811006	ASCHIERI - Via Aschieri	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811007	LIBERTA' - Via Montebello della Battaglia - Lungo	B	< 0,02

		Ticino		
07/01/2020	PZ01811009	GIOIELLO - C.na Gioiello	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811010	BORGO TICINO - Via dei Mille	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811011	LODI 1 - Viale Lodi 67 - Centrale Est	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811020	CAMPEGGI 1 - str. Casino - C.na Campeggi	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811027	ALZAIA 2 - Via Alzaia	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811029	CAMPEGGI 2 - str. Casino - cortile Centrale Nord	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811030	CATTANEO - str. Casino	B	< 0,02
07/01/2020	PZ01811035	VILLALUNGA - Via Villalunga	B	< 0,02

I principali problemi di natura qualitativa sono legati alla presenza di ferro, manganese e idrogeno solforato. Le acque prelevate dai pozzini del Comune di Pavia vengono sottoposte, come precedentemente riportato, a trattamento in centrali di potabilizzazione prima dell'immissione in rete.

Nei paragrafi seguenti viene esposto il quadro idrochimico dell'acquifero captato tramite l'analisi dello stato chimico di base (ai sensi del D.Lgs. 152/06 e del D.M. 19 agosto 2003) e di alcuni parametri indicatori di inquinamento (nitrati, solventi clorurati).

6.6.1 STATO IDROCHIMICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La classificazione dello stato chimico di base delle acque sotterranee fa riferimento alle specifiche indicate dal D.Lgs. n. 152/06 e dal D.M. 19 agosto 2003 che considerano le concentrazioni di 7 parametri di base o "macrodescrittori" (conducibilità elettrica, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca) e di una serie di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici.

Tale classificazione individua quattro classi chimiche, che esprimono una valutazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definiscono le caratteristiche idrochimiche, secondo il seguente schema:

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti
Classe 0*	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra della classe 3

* per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque

Se gli inquinanti organici e inorganici sono assenti o la loro presenza è al di sotto della soglia di rilevabilità, la classificazione idrochimica si basa sui parametri di base secondo lo schema riportato; la presenza di inquinanti organici o inorganici con concentrazioni superiori ai limiti previsti dalla Tab. 21 determina una classificazione in classe 4.

Il grafico di Figura 6.2, illustrante la qualità di base dei pozzi dell'acquedotto comunale, evidenzia:

- una sostanziale omogeneità di classificazione tra i pozzi captanti unicamente il gruppo acquifero B e i pozzi in miscelazione A2+B;
- una ricaduta in classe di qualità 1 ottimale per i parametri chimico-fisici (Conducibilità, Solfati, Cloruri e Nitrati). In particolare, nella serie storica analizzata (2016-2020), la conducibilità elettrica, in concentrazione media di 254 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indica una bassa mineralizzazione, i solfati e i cloruri, rispettivamente con valori medi inferiori a 4 mg/l e intorno ai 12 mg/l, si attestano ben al di sotto dei limiti di potabilità (D.Lgs. 31/2001) e i nitrati risultano costantemente assenti.
- una ricaduta in classi di qualità da 2 buona a 4 scadente per le sostanze indesiderabili (Ferro, Manganese, Ammoniaca). Il Fe si attesta spesso, sia in serie storica che nelle ultime determinazioni, oltre il limite di potabilità (200 $\mu\text{g}/\text{l}$ ai sensi del D.Lgs. 31/01); l' NH_4 , con contenuti medi di 0,16 mg/l non supera mai la CMA, il Mn invece presenta concentrazioni costantemente superiori al limite di legge (50 $\mu\text{g}/\text{l}$ ai sensi del D.Lgs. 31/01) con valori massimi oltre i 150 $\mu\text{g}/\text{l}$.

La presenza dovuta ad origine naturale di quest'ultimi elementi nelle acque sotterranee della provincia di Pavia è ampiamente documentata da numerosi studi supportati da serie storiche di dati analitici.

Pertanto lo stato chimico delle acque dei pozzi ad uso potabile di Pavia è classificabile in classe di qualità 0 con impatto antropico nullo o trascurabile, ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra della classe 3.

CLASSIFICAZIONE CHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE (D.lgs. 152/06)

Pozzi del Pubblico Acquedotto di Pavia (PV)

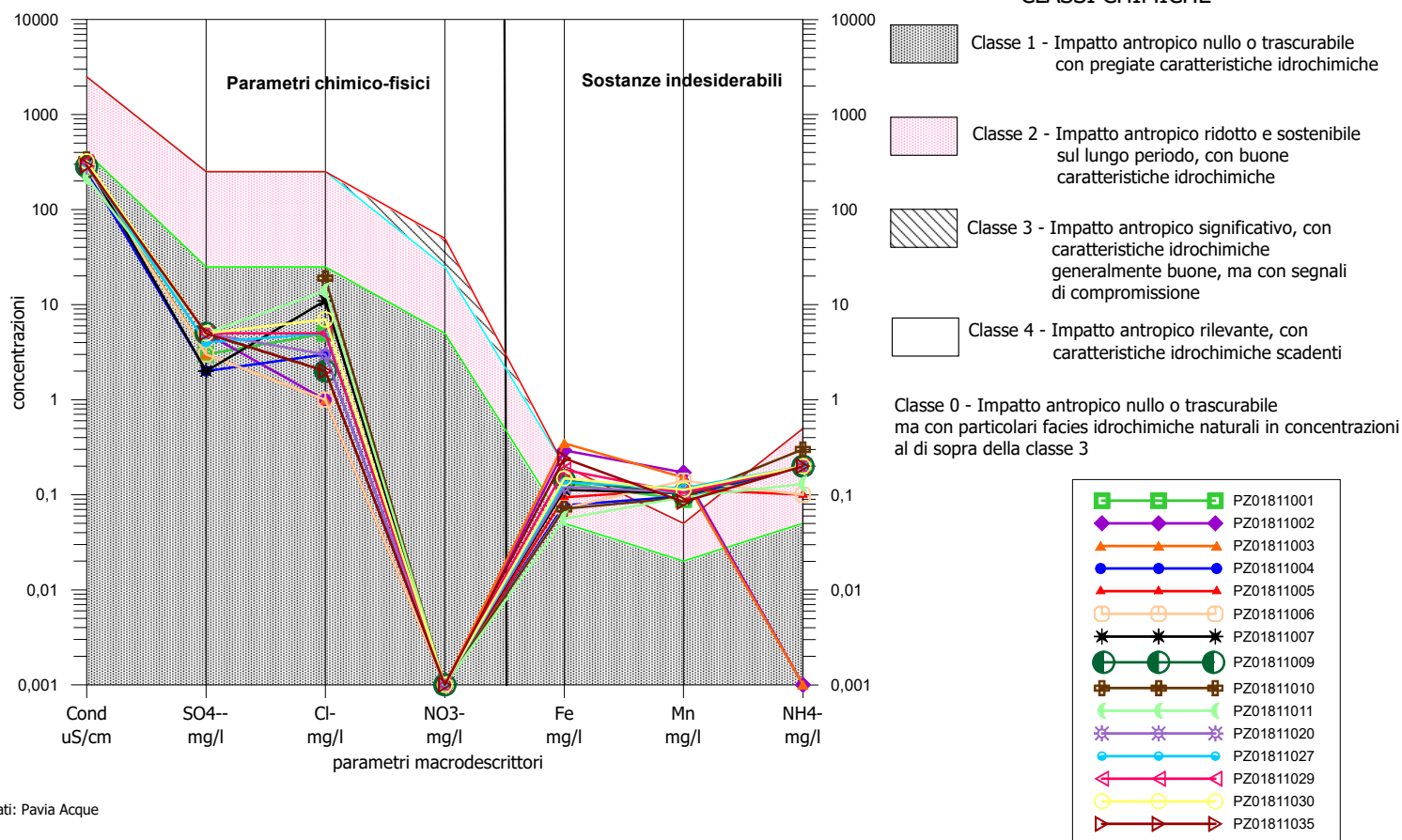


Figura 6.2 Stato chimico delle acque sotterranee

CF e P.Iva e Registro Imprese di Milano 09422240961 – Capitale sociale € 30.000 i.v.

6.7 CONTAMINAZIONE DA SOLVENTI CLORURATI RISCOVRATA NELLE ACQUE SOTTERRANEE DI PRIMA FALDA DELLA CITTÀ DI PAVIA

Nell'ambito del programma triennale di intervento per la definizione del plume di contaminazione relativo all'area situata nel Comune di Pavia di cui alla DGR 23/05/2012 n. IX/3510 Rif. CIG 4595332BEB (Lotto 2), la Provincia di Pavia ha commissionato una serie di attività volte all'affinamento delle conoscenze e alla definizione di un modello concettuale in merito alla storica contaminazione da solventi clorurati delle acque sotterranee di prima falda allo scopo di individuare le fonti di contaminazione e i plumes di diffusione degli stessi in aree site in comune di Pavia.

L'area in oggetto è di tipo urbana, fortemente antropizzata e ricca di attività commerciali/artigianali/industriali che nel corso dei decenni si è evoluta, sviluppata e trasformata modificando radicalmente il territorio cittadino; si estende su una superficie di ca. 9 km² e comprende i siti industriali dismessi tra i quali "ex-Neca", "ex-Marelli" ed "ex-Necchi".

Lo scopo del lavoro è stata la definizione del Modello Concettuale per l'area oggetto di indagine, al fine di circoscrivere il più possibile l'area sorgente di contaminazione, a partire dal modello concettuale elaborato nel corso delle attività di indagine relative al programma triennale di intervento (2012/2016).

Lo Scrivente Studio Idrogeotecnico esegue, dal 2019 per conto della Provincia di Pavia, una serie di indagini volte a completare il quadro delle conoscenze idrogeologiche ed idrochimiche della Città di Pavia al fine di chiarire alcuni aspetti, ancora incerti, emersi nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate negli anni pregressi.

Rispetto alla problematica specifica, oltre ad indagini finalizzate a definire l'evoluzione della contaminazione da solventi clorurati, sono state condotte indagini volte a:

- definire le caratteristiche isotopiche dei contaminanti per potere distinguere eventuali sorgenti sovrapposte di contaminazione, in particolare per il composto PCE;
- definire le caratteristiche geochimiche delle acque superficiali e sotterranee per valutare i rapporti di interscambio tra acque superficiali e sotterranee ed il ruolo dei corsi d'acqua superficiali (Navigliaccio in primis).

Sintesi delle indagini pregresse

Il modello concettuale preliminare del sito era stato elaborato mediante l'esecuzione di punti di controllo realizzati nel 2012 e finalizzati alla definizione delle caratteristiche idrogeologiche e dello stato qualitativo delle acque sotterranee. Alcuni punti d'acqua erano stati realizzati in aree esterne con la finalità di meglio comprendere la dinamica dei flussi idrici sotterranei.

Sulla rete di monitoraggio sono state effettuate numerose campagne di monitoraggio che hanno consentito di definire lo stato qualitativo delle acque sotterranee, di delineare il modello idrogeologico del sottosuolo, nonché di ipotizzare il modello concettuale della contaminazione.

La rete di controllo piezometrico ha subito modifiche e integrazioni nel tempo in ragione della realizzazione di piezometri integrativi o della riperforazione di piezometri esistenti, ricollocati per esigenze operative durante gli scavi di bonifica dei terreni: Rispetto all'originaria rete di controllo dell'Ottobre 2004, le indagini integrative del 2012 hanno avuto a disposizione n. 14

piezometri per il monitoraggio della prima falda e n. 6 piezometri di controllo della falda sospesa.

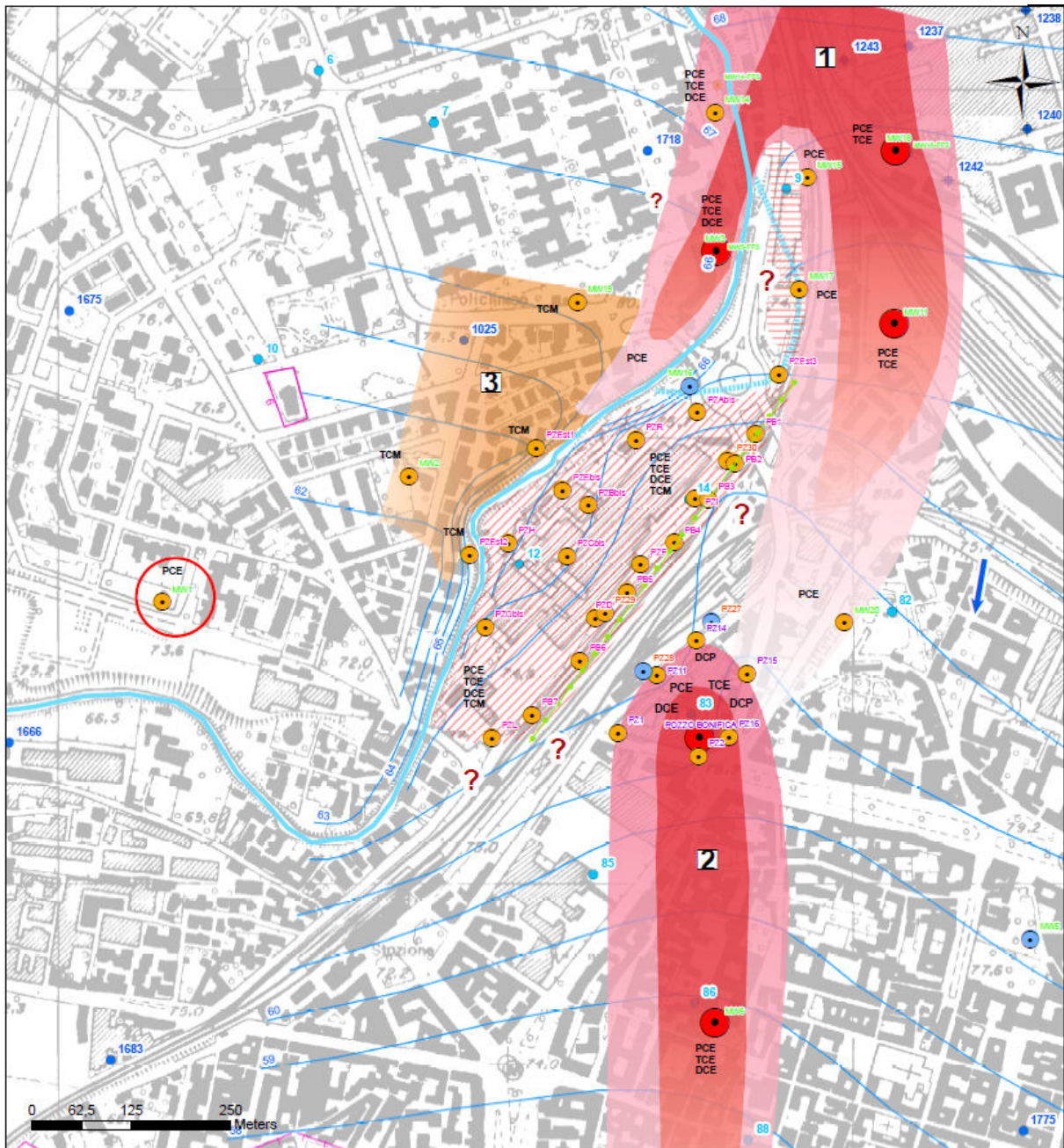
Le indagini integrative, condotte nel 2014 in contraddittorio con ARPA, avevano lo scopo di individuare eventuali sorgenti di contaminazione di Composti Organo Clorurati nell'insaturo, definendo inoltre possibili effetti della fluttuazione della falda sugli strati interessati dall'oscillazione piezometrica. Le indagini sono state svolte mediante sondaggi mirati al campionamento e analisi del terreno insaturo compreso tra la zona immediatamente sottostante alla base del livello impermeabile limoso-argilloso e la zona satura interessata dal primo acquifero.

I sondaggi sono stati ubicati in corrispondenza dei piezometri presenti sull'area in cui si è verificato, nel corso delle campagne di monitoraggio precedenti, un superamento per un parametro della famiglia dei solventi clorurati.

Il monitoraggio piezometrico e analitico della falda mediante i piezometri del sito è in atto dal 2017 e non è mai stato interrotto.

Modello Concettuale (2016)

Il Modello Concettuale su scala vasta redatto, per conto della Provincia di Pavia, dalla società IT Group, nell'ambito del Programma Triennale di intervento per la definizione del plume di contaminazione da CHC, ha evidenziato che una parte del centro abitato di Pavia è interessata da 3 plumes principali. Nella seguente figura si riporta l'andamento dei plumes estratto dalla Tavola 8 dello studio IT Group.



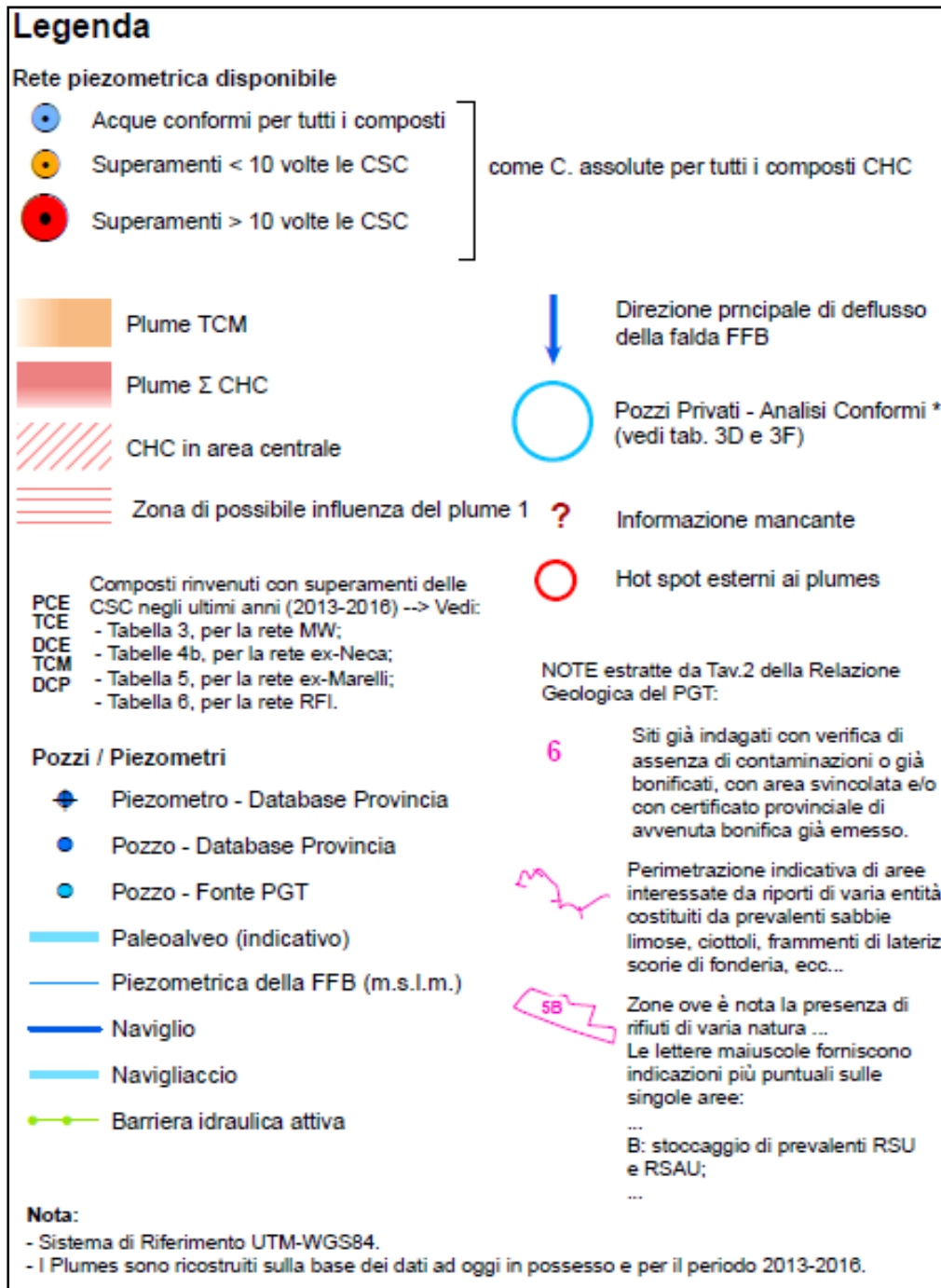


Figura 6.3 definizione dei plumes (anni 2013-2016)

Plume 1a Nord dell'area oggetto di indagine: Il plume caratterizzato dalla presenza di PCE e TCE ha origine in corrispondenza dell'area industriale ubicata tra V.le Brambilla e V.le Repubblica.

Il plume si distingue per una forma a doppio pennacchio; la geometria del plume è il risultato dell'interferenza idraulica del canale Navigliaccio sulle acque sotterranee. Il canale, infatti, mostra un graduale approfondimento del suo alveo, che diviene in connessione idraulica con

la sottostante falda FFB (falda freatica di base – acquifero principale) all'altezza dell'area ex Neca.

“Il plume si sviluppa quindi a partire dalla zona sorgente seguendo il deflusso della falda FFB (avente direzione SS-W) nella porzione più a Nord dell'area di indagine non ancora influenzata dal canale Navigliaccio. Più a Sud, la falda viene ad essere progressivamente interessata dall'azione alimentante del Navigliaccio, con cui diviene in comunicazione idraulica: l'effetto dello spartiacque così generato determina una diramazione del plume, con la formazione di un ramo maggiore in sinistra orografica, ed un secondo ramo in destra orografica. Analogamente il secondo ramo, che si sviluppa in destra orografica del Navigliaccio, segue la direzione di falda verso il piezometro MW3. Su entrambi i rami, le concentrazioni dei contaminanti tendono progressivamente a diminuire con l'allontanamento dalla sorgente. La diramazione del Plume è pertanto l'effetto generato dallo spartiacque sotterraneo rappresentato dal canale Navigliaccio a partire da Nord dell'area ex-Neca”.

Plume 2 – Area ex-Marelli e sua valle idrogeologica: presente “nella zona centrale dell'area di indagine e avente origine in corrispondenza dell'area ex-industriale Marelli, oggi riqualificata ad uso residenziale. Sull'area si ricorda essere in corso un procedimento di bonifica, che per le acque di falda prevede l'esercizio di un pozzo di emungimento denominato Pozzo di Bonifica.

Il plume individuato si sviluppa in lunghezza, assumendo una forma “classica”, allungata che segue il flusso della falda. Il plume è costituito da un corpo principale dove si rinvergono le maggiori concentrazioni di CHC ed un corpo secondario esterno al corpo principale, a minor concentrazioni di composti clorurati.

Il plume termina in ogni caso quando viene a contatto con il fiume Ticino, che determina un effetto drenante sulla falda FFB. Lateralmente, il plume non può essere univocamente definito; tuttavia, conoscendo le caratteristiche chimiche dei CHC, le loro modalità di trasporto in falda e l'idrogeologia locale, è possibile stimare con un buon grado di confidenza che la forma geometrica del plume (Figura 6.3) sia verosimile ed attendibile. Solo l'esecuzione di ulteriori attività di indagine potrebbero meglio definire l'entità del fenomeno.

Plume 3 Composto TCM in destra orografica al Navigliaccio: il plume caratterizzato dalla presenza di triclorometano (TCM) e sviluppato in destra idrografica del Navigliaccio. Nel modello concettuale redatto da IT Group il plume 3 viene identificato solo in destra idrografica mentre i superamenti di TCM in sinistra idrografica (area ex NECA) non sono messi in correlazione con tale contaminazione a causa del presunto ruolo di spartiacque esercitato dal Navigliaccio.

Nelle conclusioni dello studio IT Group afferma tuttavia che, *“Alla luce dei dati analitici ed idrogeologici disponibili, per l'area ex-Neca non è possibile escludere o meno un apporto esterno di una contaminazione da CHC, né tantomeno definirne l'entità... Tutto quanto sopra argomentato in merito ai composti CHC del Plume 1 e 3, in merito al complesso assetto idrogeologico/stratigrafico unitamente a tutte le variabili locali (fattori antropici) che caratterizzano l'area situata in corrispondenza e/o nell'immediato Nord ex-Neca, non consentono di cartografare un plume ma l'individuazione di un'area di contaminazione diffusa di composti CHC così come illustrato in Tavola 8 e nel dettaglio in Tavola 8 (cfr. Figura 6.3), senza poterne individuare una sorgente”.*

6.8 VULNERABILITÀ INTEGRATA DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità intrinseca di un acquifero esprime una caratteristica idrogeologica che indica la facilità con cui un inquinante generico, idroveicolato, a partire dalla superficie topografica raggiunge la falda e la contamina.

Nella definizione del grado di vulnerabilità intrinseca (**Tav. 2**) è stato utilizzato il Metodo della Legenda Unificata, messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR. Ad esso sono state applicate alcune modifiche per adattarlo alla situazione locale.

La vulnerabilità intrinseca di un'area viene definita principalmente in base alle caratteristiche ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione (e quindi dagli eventuali inquinanti idroveicolati) prima di raggiungere la falda acquifera, nonché dalle caratteristiche della zona satura. Essa dipende sostanzialmente da quattro fattori che, per il territorio considerato, sono così definiti:

1. caratteristiche litologiche e di permeabilità del non saturo: la protezione della falda è condizionata dallo spessore e dalla permeabilità dei terreni soprafalda e dalla presenza di suoli e livelli argillosi in superficie.

Nel caso in esame la parte inferiore della zona non satura è caratterizzata da depositi sabbiosi e sabbioso ghiaiosi con percentuali variabili di limo che non offrono garanzie di protezione a causa di una elevata permeabilità, mentre la parte superiore è rappresentata dalle unità quaternarie in affioramento caratterizzate da diverso spessore e tipologia di sequenze sommitali fini che rappresentano i livelli più importanti di protezione della falda. L'estrema variabilità laterale dei depositi sommitali, anche fini, è tale da garantire una protezione limitata dell'acquifero libero.

Il grado di vulnerabilità di ciascuna area è quindi condizionato dalla presenza, in affioramento o nel sottosuolo delle unità stratigrafiche riconosciute nel rilevamento dei depositi quaternari di superficie, con la taratura basata sui dati stratigrafici dei pozzi e dei sondaggi presenti nell'area.

In particolare, nel territorio di Pavia, in corrispondenza dell'ambito fluviale del F. Ticino e dei corsi d'acqua minori, sono presenti depositi fluviali/alluvionali sabbioso-ghiaiosi privi o con esigua/locale copertura superficiale a minore permeabilità. I depositi alluvionali antichi dell'ambito di pianura si caratterizzano in superficie da depositi parzialmente alterati (ferrettizzati).

2. soggiacenza della falda libera: i valori di soggiacenza nel territorio di Pavia sono compresi tra <5m a 10 m rispetto al piano campagna;
3. caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda: l'acquifero più superficiale è comune a tutta l'area ed è da considerarsi complessivamente omogeneo. Esso è caratterizzato dalla presenza di ghiaie e sabbie ad elevata permeabilità primaria e dalla scarsità, se non assenza, di livelli continui di sedimenti fini (argille e/o torba) eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.
4. Presenza di corpi idrici superficiali: in corrispondenza della piana alluvionale del F. Ticino il grado di vulnerabilità viene aumentato di un grado in ragione del ruolo di alimentazione svolto dal corso d'acqua nei confronti dell'acquifero sottostante.

La sintesi delle informazioni raccolte ha permesso la delimitazione di quattro aree omogenee contraddistinte da un differente grado di vulnerabilità intrinseca, le cui caratteristiche sono riportate nella legenda di **Tav. 2**.

In sintesi:

Area di affioramento dei depositi alluvionali recenti attuali – ambito fluviale del F. Ticino: Acquifero di tipo libero ("falda principale") in materiale alluvionale privo di copertura superficiale o con locale copertura limosa di ridotto spessore, in diretta connessione con le acque di alveo e subalveo del F. Ticino, in corrispondenza dei depositi recenti ed attuali dell'ambito fluviale. Soggiacenza prossima al piano campagna. *Grado di vulnerabilità: estremamente elevato;*

Area di affioramento dei depositi alluvionali antichi – ambito di pianura: Acquifero multistrato in corrispondenza dei depositi alluvionali antichi del ripiano terrazzato intermedio e dell'ambito di pianura, con carattere localmente sospeso ("falda superficiale") sostenuto da depositi limoso-argillosi superficiali discontinui. Soggiacenza da < 5 m a 17-20 m. *Grado di vulnerabilità: elevato.*

La vulnerabilità integrata considera, oltre alle caratteristiche naturali sopra elencate, la pressione antropica esistente sul sito, ed in particolare la presenza di "centri di pericolo", definibili come attività o situazioni non compatibili nella zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile, ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006 e della D.G.R. n. 7/12693 del 10 aprile 2003.

In **Tav. 2** sono stati riportati alcuni elementi di carattere puntuale che concorrono alla definizione della vulnerabilità integrata e che sono riconducibili alle seguenti categorie con riferimento alla Legenda Unificata:

Principali soggetti ad inquinamento

- **Pozzi pubblici di captazione a scopo idropotabile** (in rete), **pozzi privati**; è opportuno segnalare che i pozzi captanti acquiferi sovrapposti con struttura a dreno continuo, oltre ad essere dei soggetti ad inquinamento, rappresentano essi stessi dei centri di pericolo per l'acquifero confinato in quanto costituiscono una interruzione della continuità degli orizzonti di protezione.

Preventori e/o riduttori di inquinamento

- **Zona di rispetto dei pozzi pubblici ad uso idropotabile**, definita con criterio geometrico (200 m) secondo l'Art. 94 del D.Lgs. 152/06 e D.G.R. n. 7/12693/03, per tutti i pozzi del pubblico acquedotto sia attivi che disponibili (attualmente non in esercizio).
- **Piattaforma ecologica-centro raccolta differenziata di RSU**, situata in località Montebellino.
- **Impianto di depurazione di Pavia**

Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei

- **Tracciato fognario comunale, collettore**: indipendentemente dalla presenza del depuratore intercomunale di Pavia (in gestione a Pavia Acque) in grado di prevenire maggiori problemi di inquinamento, le reti fognarie rappresentano dei centri di pericolo

per l'eventuale presenza di perdite accidentali (deterioramento dell'impermeabilizzazione del fondo) o sistematiche (cattiva esecuzione di tratti della rete). Sulla base dei dati forniti dal gestore è stato ubicato in **Tav. 2** il tracciato della rete fognaria delle acque miste e nere, il collettore consortile. Sono stati ubicati inoltre gli scaricatori di piena in corso idrico superficiale.

- **Cimiteri:** Cimitero Maggiore, San Lanfranco, Mirabello, Fossarmato.
- **Strade di intenso traffico** (Tangenziale Est, A54) e **rete ferroviaria**, potenzialmente inquinanti per sversamenti accidentali e per l'utilizzo di sale e sabbia con funzione antighiaccio, che causa un aumento della concentrazione dei cloruri nelle acque sotterranee (UNESCO, 1980).
- **Azienda a rischio di incidente rilevante:** è stata riportata l'ubicazione dello stabilimento "Sinteco Logistic SpA" ex Alvi Srl Logistica e Distribuzione, sito in Strada Bellingera 50 e ricadente nell'Inventario Nazionale degli Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante – Aggiornamento 30 settembre 2020, ai sensi del D.Lgs. 105/2015 soglia inferiore. L'elaborato tecnico "Rischio di Incidenti Rilevanti" (RIR), fornito dal comune di Paviae relativo all'azienda Alvi Srl, evidenzia che la ditta svolge attività industriale per lo stoccaggio di prodotti da classificare a rischio di incidente rilevante; tra i diversi prodotti e sostanze depositate nello stabilimento sono presenti sostanze combustibili, comburenti ed infiammabili rappresentate da prodotti per la pulizia e disinfezione, deodoranti ed insetticidi, per un quantitativo massimo totale di circa 1.100 t. Nell'Allegato 2 al RIR (cfr. stralci seguenti) sono riportati tre probabili incidenti, la tipologia e le quantità delle sostanze coinvolte, la probabilità di accadimento e la classe di probabilità di accadimento, nonché la stima le aree di danno associate agli scenari e il grado di letalità degli stessi.

Tabella 3.2.2.1: individuazione degli scenari incidentali

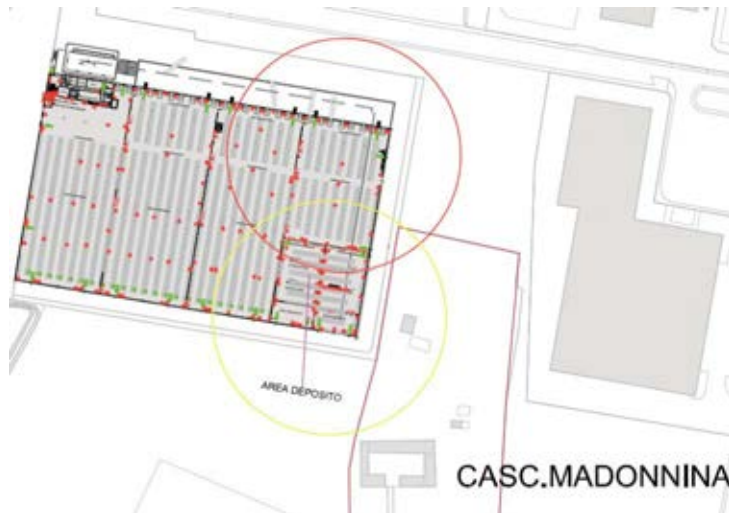
Denominazione azienda	Codice scenario incidentale	Tipologia scenario	Descrizione evento incidentale	Punto sorgente	Sostanze coinvolte	Quantità sostanze coinvolte	Durata evento	Probabilità di accadimento dell'evento	Classe di probabilità di accadimento
ALVI srl Strada Bellingera, n.50 Pavia				Lat: 45°10'55 Long: 9°11'57					
	1	Incendio	Rottura di un fusto di materiale infiammabile	Area deposito movimentazione	Alcool Isopropilico Vapori e liquidi estremamente infiammabili	15.000 Kg	-	2 10 ⁻¹²	Vedi tab.A
	2	Incendio	Rottura di un serbatoio di gas coinvolgente altri serbatoi	Area deposito movimentazione	Vapori e liquidi estremamente infiammabili	5.000 Kg	-	2 10 ⁻⁸	Vedi tab.A
	3	Incendio	Rottura o perdita da fusto per danneggiamento scaffalatura/fusto coinvolgente materiale	Area deposito	Alcool Isopropilico Vapori e liquidi estremamente infiammabili	15.000 Kg	-	2 10 ⁻⁹	Vedi tab.A




Tabella 3.2.2.2: aree di danno

Denominazione azienda	Codice scenario	1 Elevata letalità	2 Inizio letalità	3 Lesioni irreversibili	4 Lesioni reversibili	5 Danni alle strutture/effetti domino
ALVI srl Strada Bellingera, n.50 Pavia	1	50	60	65	65	75
	2	4,5	7,5	7,5	-	-
	3	60	60	60	65	75



Gli Allegati 3a, 3b, 3c, 3d al RIRforniscono l'individuazione e rappresentazione cartografica delle aree di danno corrispondenti agli effetti letali, irreversibili, reversibili, associati alle relative probabilità di accadimento, nonché l'effetto domino; per effetto domino si definisce la capacità di un singolo evento incidentale, detto "primario", a causarne altri (identificati come "secondari") con una severità complessiva maggiore rispetto all'evento primario. Di seguito si riportano gli stralci cartografici delle tavole dei rischi.





-  *Rischio territoriale con effetti reversibili scenario 1*
-  *Rischio territoriale con effetti reversibili scenario 2*
-  *Rischio territoriale con effetti reversibili scenario 3*



-  *Effetti Domino scenario 1*
-  *Effetto Domino scenario 3*

Scenari incidentali

Le possibilità di rischio comprendono l'ipotesi di incendio e di sversamento dei prodotti stoccati.

Nel caso di sversamento però, le quantità coinvolte, come indicato nella scheda "Scheda di informazione sui rischi incidente rilevante per i cittadini e i lavoratori" fanno presupporre che l'evento rimarrà confinato all'interno dello stabilimento, eliminando pertanto la possibilità di inquinamento o contaminazione delle matrici ambientali. Per questo motivo sono stati ipotizzati sono tre scenari incidentali relativi al rischio di incendio.

Compatibilità Territoriale

Gli scenari incidentali ipotizzati per la redazione dell'ERIR si riferiscono al solo rischio di incendio delle sostanze presenti. L'eventualità di sversamenti di prodotti rimarrebbe confinata all'interno dello stabilimento, così da scongiurare la possibilità di inquinamento ambientale.

La sovrapposizione del contesto con le aree di danno dimostra che gli eventi incidentali nella maggioranza dei casi non potranno interessare strutture esterne allo stabilimento.

Solo nel caso di effetto domino l'area di danno interessa una porzione dei fabbricati appartenenti alla cascina Madonnina, ma stante le caratteristiche della stessa e le attività svolte, non vi è pericolo di effetti moltiplicatori.

Altra area interessata dall'effetto Domino è la Via Bellingera, posta a Nord dello stabilimento.

Le altre aree esterne che potrebbero essere coinvolte dagli scenari incidentali ipotizzati sono costituite da aree libere.

- **Ambiti oggetto di procedimenti di bonifica e indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006:** la ricognizione di tali ambiti è stata effettuata a partire dai dati forniti dal Comune di Pavia, ed in particolare:

- Shapefile con l'anagrafica dei poligoni oggetto di procedimenti di bonifica;
- Tabella contenente lo stato di attuazione dell'iter – aggiornamento dicembre 2020, note/aggiornamenti (cfr. **ALLEGATO 7**).

Dall'esame di tale documentazione si è operata la seguente distinzione, riportata in Tav. 17 – Sintesi degli elementi conoscitivi (cfr. par. 10):

- Siti oggetto di piano di caratterizzazione / progetti operativi di bonifica / interventi di bonifica IN CORSO o NON CONCLUSI e/o interessati da comunicazione di superamenti CSC;
- Sito oggetto di bonifica CONCLUSA per i terreni, bonifica IN CORSO per le acque di falda;
- Sito con bonifica conclusa e certificazione provinciale per la destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06);
- Sito con bonifica conclusa e certificazione provinciale per la destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06);
- Sito con bonifica conclusa (Colonna A) in fase di monitoraggio post-operam;
- Sito con bonifica conclusa con analisi di rischio per Colonna A.

In Tav. 2 sono stati individuati, come produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, solo gli ambiti interessati da procedimenti in corso.

7 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

7.1 PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La classificazione del territorio su base geologico-tecnica e geopedologica ha seguito le indicazioni della D.G.R. n. D.G.R. n.8/7374/2008 aggiornata con la D.G.R. IX/2616/2011, che raccomanda l'effettuazione di una prima caratterizzazione geotecnica sulla base dei dati disponibili e delle eventuali osservazioni dirette.

A tale scopo si sono considerati i seguenti dati tecnici:

- indagini geotecniche e sismiche di nuova acquisizione, effettuate da altri Autori a supporto di specifici interventi edilizi realizzati, fornite in giugno 2020 direttamente dall'Ufficio Tecnico del Comune di Pavia; tale documentazione, riportata in **ALL. 5.1** al presente studio, permette di analizzare ed elaborare informazioni risultanti da specifiche indagini quali sondaggi geognostici, prove penetrometriche dinamiche e statiche, prove sismiche MASW e HVSr;
- Banca Dati Geologica Comunale (BDGC) allegata alla precedente componente geologica, idrogeologica e sismica (2013) e interamente riportata in allegato alla presente componente geologica, ovvero:
 - Litostratigrafie dei sondaggi (**ALL. 5.2**);
 - Prove penetrometriche (**ALL. 5.3**);
 - Analisi geotecniche di laboratorio (**ALL. 5.4**);
 - Indagini a supporto del 2° livello di approfondimento sismico per le zone di nuova potenziale ubicazione di edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (**ALL. 5.5**);
 - Indagini georadar (**ALL. 5.6**);

Le ubicazioni delle indagini geotecniche/sismiche pregresse e di nuova acquisizione sono riportate in **Tav. 4** con differente simbologia e numerazione specifica. In particolare la numerazione utilizzata è la seguente:

- indagini con numerazione da 1 a 99: si riferiscono alle indagini di documentazione allegata alla precedente componente geologica (2013) e sono contenute, come sopradescritto, negli allegati 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6;
- indagini con numerazione da 101 in poi: si riferiscono alle recenti/nuove indagini raccolte per la presente componente geologica (2020) e sono contenute in All. 5.1.

In data luglio/agosto 2020 è stata effettuata una campagna integrativa di rilievo dei microtremori con tecnica HVSr in corrispondenza di 75 verticali di indagine omogeneamente distribuite sul territorio comunale, finalizzata alla misura diretta della frequenza fondamentale di sito e alla microzonazione sismica di II livello; le ubicazioni di tali indagini è riportata in **Tav. 6**; le schede di acquisizione di tali indagini e i risultati sono contenuti rispettivamente in **ALL. 5.7 e 5.8**.

7.2 SINTESI DELLE RECENTI/NUOVE INDAGINI GEOGNOSTICHE DI DOCUMENTAZIONE

Di seguito si riporta una tabellariassuntiva delle indagini geognostiche fornite dal comune di Pavia per il presente studio; le relazioni, unitamente ai risultati delle prove condotte, cartografie, ecc. sono presenti in Allegato 5.1 alla presente relazione.

Tabella 7.1 – Sintesi delle recenti/nuove indagini geognostiche

ID	Argomento indagine	Data	Committente	Località	Autore	Indagini geognostiche (numeri/tipo)	Stratigrafia	
							prof. (m)	Litologia
N101	Ristrutturazione edificio residenziale e realizzazione vasca idromassaggio 6x3 interrata -	giu-17	LA VALLE S.P.A., CORSICO (MI)	Località Stanga verde	Studio Geologico Boninsegni e Laveni Associati, Desio (MB)	2 penetrometriche dinamiche scpt	0.0-1.3	Sabbie - SP
							1.3-3.0	Ghiaie - GW
							3.0-6.3	Sabbie - SW
							6.3-7.2	Sabbie - SM

	1,8m						7.2-9.0	Ghiaie - GW
N102	Recupero di edifici esistenti da destinare ad agriturismo	nov-14	Cascina Acquanegra di Flacio Rivka e Dominik	Acquanegra	Dott. Geol Zorzoli Francesco	2 penetrometriche dinamiche dpsh	0.0-4.6/4.8	sabbie fini debolmente limose a media consistenza, con intercalazioni di sabbie e limi a bassa consistenza, originati da depositi fluviali a bassa energia
							4.6/4.8-5.6	Sabbia a grana media a buona consistenza
							5.6-f.p.	Orizzonte ghiaioso ad alta consistenza
N103	Caratterizzazione e geotecnica terreni area ex Landini	ott-08	CACIP srl	Via dei Mille	Studio di geologia Dott. Guglielmo Confortola Bormio (SO)	10 prove penetrometriche dinamiche dpsh	0.0-0.9/1.5	Materiali di riporto, più o meno addensati
							0.9/1.5-10.0	Sabbie fini localmente limose con presenza di ghiaia oltre gli 8-10 m di profondità. Localmente sono presenti lenti discontinue di limo argilloso
N104	Indagine geofisica e geognostica per la costruzione di un ascensore	feb-17	100 Torri	Via Emilia 13	Gheos s.as. di Sacchi T. & C. San Zenone Po (PV)	1 penetrometrica, 1 sismica HVSr	0.0-0.4	Cavità antropica
							0.4-2.0	Sabbia limosa
							2.0-3.4	Limo sabbioso
							3.4-8.2	Sabbia debolmente limosa
							8.2-10	Sabbia
N105	Realizzazione di nuovo impianto di cogenerazione	nov-17	Comune di Pavia	Via Emilia 21	ABC Studio di geologia associato Gamalero (AL)	2 prove penetrometriche dinamiche, 1 MASW	0.0-0.5	Riporto costituito da materiale grossolano rimaneggiato, con caratteristiche non omogenee
							0.5-5.0	Terreni di natura sabbiosa (da fine a media), debolmente limosi, mediamente addensati. Nsp _t compreso tra 6 e 13, con un sub-orizzonte tra 1.1 e 1.5 m da p.c. costituito da sabbie medio fini debolmente limose sciolte (3<Nsp _t <4)
N106	Allestimento laboratori per prove strutturali dinamiche	set-13	Eucentre	Via Ferrata	Ecogis studio geologico associato San Martino Siccomario (PV)	1 sismica cross-hole	0-7.0/8.0	Sabbia medio grossolana debolmente limosa
							7.0/8.0-11.0	Alternanza di livelli limoso argillosi e limoso sabbiosi
							11.0-15.0	Sabbia medio grossolana debolmente limosa
							15.0-25.0	Sabbia medio grossolana con locali livelli limoso argillosi tra 15-16 e tra 19.5-20.5 m
N107	Costruzione di un basso manufatto	mag-18	Sig.ra Valentina Ferro	Via Folla di sopra 2	Gheos s.as. di Sacchi T. & C. San Zenone Po (PV)	1 sismica HVSr, riutilizzo di prova penetrometrica statica in area limitrofa	0.0-2.6	Sabbia debolmente limosa
							2.6-3.8	Sabbia limosa
							3.8-5.2	Sabbia debolmente limosa
							5.2-6.2	Sabbia con ghiaia
							6.2-7.2	sabbia
							7.2-8.8	Sabbia con ghiaia

							8.8-10.0	sabbia
N108	Realizzazione di sei ville unifamiliari	giu-16	Immobiliare Zuma srl	Via Grandi Chiozzo	Dott. Filippo Pezzotti geologo Breno (BS)	4 penetrometriche dinamiche, 1 MASW	0.0-10.2	Litologie sabbiose a comportamento reologico prevalentemente di tipo incoerente
N109	Ristrutturazione ed ampliamento di immobile residenziale con creazione di n° 2 unità immobiliari – nuova costruzione di n° 1 villetta unifamiliare, autorimesse, locali tecnici e piscina	mar-17	Grandi Anna Maria	Via Gravellone 39	Dott. Geol. Antonello Borsani Vigevano (PV)	2 penetrometriche statiche	0.0-2.4	Coltivo superficiale seguito da un orizzonte sabbioso-limoso
							2.4-4.0	Sabbie talora limoso argillose
							4.0-4.6	Sedimenti sabbioso-ghiaiosi ben addensati
N110	Realizzazione di palazzina civile	mar-17	Sig. Davide Milanese	Via Labriola	Dott. Gazzaniga Massimiliano Voghera (PV)	2 penetrometriche dinamiche	0.0-0.2	Terreno vegetale
							0.2-fine prova	Intervalli di sabbie compatte e ghiaie fini
N111	Installazione impianto di cogenerazione	nov-17	Istituti clinici scientifici Maugeri	Via Maugeri	Dott. Gianluca Nascimbene San Martino Siccomario (PV)	1 MASW	0.6-8.0/10.0	Sabbia limosa localmente ghiaiosa a medio-basso grado di addensamento
							8.0/10.0 - 10.0/12.0	Sabbie fini localmente molto sciolte
							10.0/12.0 - 13.5/15.8	Limo localmente argilloso
							13.5/15.8 a oltre 25.0	Sabbia
N112	Progetto di housing sociale	lug-16	Seminario vescovile di Pavia	Via Montesanto 2	Dott. Filippo Rizzo Pavia (PV)	2 prove penetrometriche e 1 MASW	0.0-3.0/4.0	Sabbia da poco a mediamente compatta anche debolmente limosa
							3.0/4.0-9.0	Sabbia da mediamente a ben addensata anche con ghiaia
N113	Costruzione di nuovi edifici residenziali	dic-16	Filedil srl	Via Moruzzi	Dott. Filippo Rizzo Pavia (PV)	9 prove penetrometriche statiche e 1 MASW	0.0-3.0/4.5	Sabbia mediamente compatta con rara ghiaia
							3.0/4.5-5.5/6.5	Limo sabbioso passante a sabbia limosa
							5.5/6.5-10.0/12.0	Sabbia da mediamente a ben addensata anche con ghiaia
N114	Consolidamento della scuola dell'infanzia Santa Teresa	set-16	Comune di Pavia	Via san Giovanni Bosco	Geoser geotecnica ambientale Pavia (PV)	1 prova penetrometrica statica, un sondaggio carotaggio continuo, 5 spt in foro, posa di un piezometro, 1	0.0-6.8	Riporto costituito da sabbia media e fine, localmente ghiaioso-limoso con presenza di laterizi a partire da 3.7
							6.8-11.70	Sabbie medie e fini limose con locali intervalli limoso sabbiosi. Intercalati livelli fini tra 6.8 e 7.2 e tra 8.55 e 9.45 (torba)

						MASW		
							11.7-15.0	Orizzonte con migliori caratteristiche geotecniche rispetto ai precedenti
N115	Realizzazione di nuove strutture	mar-17	Riso Scotti	Viale Lodi	Geolambda	4 prove penetrometriche statiche e 1 MASW	0.0-2.0/2.2	Riperto costituito da terreno granulare a matrice sabbiosa piuttosto disomogeneo, da poco a mediamente addensato
							2.0/2.2-4.0	Deposito a geometria lenticolare di natura sabbioso-limosa
							4.0-8.0/12.0	Deposito sabbioso poco addensato con orizzonti limosi. Tra 7.5 e 10.5 m locale presenza di un deposito limoso-sabbioso
							Oltre 8.0/12.0	Deposito sabbioso mediamente addensato
N116	Ristrutturazione edilizia palazzina ex uffici Scotti	gen-17	Real Estate srl	Via Torretta 27	Dott. Geol. Giovanni Barbieri Voghera (PV)	1 prova penetrometrica statica e 1 MASW	0.0-0.6/0.8	Terreno vegetale
							0.6/0.8-2.2/2.6	Sabbia limosa
							2.2/2.6-8.0	Sabbia con locali livelli limosi
							8.0-8.6	Sabbia con raro ghiaietto
N117	Realizzazione di nuovo edificio terziario commerciale	lug-18	Seavision srl	Via Treves 11 - B	Dott. Michele Suardi Lardirago (PV)	3 sondaggi, 5 prove penetrometriche, 1 HVSR	0.0-4.0/7.0	Livello ghiaioso con ciottoli (depositi fluvioglaciali sabbiosi), con basso grado di addensamento
							4.0/7.0-11.0	Depositi fluvioglaciali costituiti da sabbie medio grossolane, sature da 8/8.5 m di profondità
N118	Realizzazione di un capannone commerciale	feb-17	Mondobrico srl	Via Vigentina	Dott. Filippo Rizzo Pavia (PV)	6 prove penetrometriche dinamiche e 1 MASW	0.0-0.5/1.0	Terreno eterogeneo di risulta
							0.5/1.0-5.0/6.0	Terreno sabbioso, localmente limoso, da poco a mediamente addensato
							5.0/6.0-10.0	Terreno sabbioso, localmente limoso-ghiaioso, da mediamente a ben addensato
							10.0-13.0	Terreno sabbioso, con ghiaia, ben addensato

7.3 ZONAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO

La zonazione geologico-tecnica del territorio comunale di Pavia (Tav. 4) è stata elaborata a partire dalla suddivisione delle unità e sottounità idro-geomorfologiche, geotecniche e idrauliche contenute nella precedente componente geologica "Comune di Pavia, S.G.P. Servizi di Geo-Ingegneria e Progettazione Srl, Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio (L.R. 11/03/2005, N. 12, D.G.R. 28/05/2008 N. 8/7374'), operando sia semplificazioni/omogeneizzazioni che puntualizzazioni in base al riesame dei numerosi dati geognostici e stratigrafici disponibili.

L'area in esame, localizzandosi in un territorio con una storia geologico-evolutiva relativamente complessa, è stata suddivisa in tre ambiti omogenei principali corrispondenti alle 3 unità geologiche presenti (F fluviale recente e attuale, B alluvionale antico – terrazzo

inferiore, A alluvionale antico – terrazzo superiore). Riprendendo la zonazione/codifica riportata nella precedente componente geologica, ciascun ambito omogeneo si compone di diverse unità caratterizzate da una connotazione geomorfologica, litotecnica, pedologica, geologico-tecnica ed idrogeologica. Di seguito si riporta la schematizzazione delle unità; per i caratteri pedologici si indica la sigla delle unità tipologiche di suolo desunte dalla Banca dati Suoli LOSAN di Ersaf – Regione Lombardia, rimandando all'allegato 6 al presente studio per la descrizione di dettaglio.

AMBITO OMOGENEO F – Fluviale recente ed attuale

Unità G

Caratteri morfologici: alveo inciso del F. Ticino, comprensivo di isole fluviali, barre laterali e ripiani golenali più bassi.

Caratteri litotecnici: sabbie e ghiaie sciolte, con locali e discontinue intercalazioni di limi e limi argilloso-torbosi.

Caratteri pedologici: VRR1, LEM1, BSG1, ISN1/GER1, SLD1, MDE1, MAD1

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: terreni granulari sciolti o molto sciolti in superficie; aumento del grado di addensamento con la profondità. Locale presenza sia in superficie che intercalati alla successione di livelli coesivi compressibili con scadenti caratteristiche geotecniche. Falda freatica prossima al piano campagna e/o direttamente collegata alla falda d'alveo e di subalveo e potenzialmente soggetta ad escursioni positive anche di notevole entità legate allo stato idrologico del F. Ticino. Permeabilità da moderata a moderatamente elevata, localmente elevata. Vulnerabilità elevata.

Drenaggio delle acque: generalmente buono, localmente rapido in corrispondenza delle aree dei corsi d'acqua e nelle aree ad essi limitrofe. Drenaggio mediocre o lento nelle aree distali di deposizione dei materiali alluvionali più fini. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

Unità E-E1

Caratteri morfologici: ripianigolenali impostati su depositi alluvionali recenti, relativamente sopraelevati rispetto a quelli dell'unità G.

Caratteri litotecnici: sabbie e ghiaie sciolte fino alla profondità indicativa di 10 ÷ 12 m circa dal piano campagna; localmente è stata rilevata la presenza di orizzonti coesivo - compressibili superficiali e discontinui (E1).

Caratteri pedologici: VRR1, LEM1, BSG1, ISN1/GER1, SLD1, MDE1, MAD1

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: terreni granulari sciolti o molto sciolti in superficie; aumento del grado di addensamento con la profondità. Locale presenza sia in superficie che intercalati alla successione di livelli coesivi compressibili con scadenti caratteristiche geotecniche. Falda freatica prossima al piano campagna e/o direttamente collegata alla falda d'alveo e di subalveo e potenzialmente soggetta ad escursioni positive anche di notevole entità legate allo stato idrologico del F. Ticino. Permeabilità da moderata a moderatamente elevata, localmente elevata. Vulnerabilità elevata.

Drenaggio delle acque: generalmente buono, localmente rapido in corrispondenza delle aree dei corsi d'acqua e nelle aree ad essi limitrofe. Drenaggio mediocre o lento nelle aree distali di deposizione dei materiali alluvionali più fini. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

Unita D

Caratteri morfologici: alveo e golene dei corsi d'acqua minori (Vernavola e Navigliaccio); aree ex golenali arginate (in sponda destra del Ticino); ripiani sopraelevati rispetto all'unità precedente e zone ex-golenali in corrispondenza di paleomeandri del Ticino (in sponda sinistra del Ticino), golene dei corsi d'acqua minori, fasce inscarpata a ridosso delle golene in sponda sinistra del Ticino.

Caratteri litotecnici: sabbie fini uniformi, con sporadiche intercalazioni di ghiaia e ghiaietto fino alla profondità indicativa di $13 \div 15$ m dal piano campagna; localmente sono presenti corpi lenticolari discontinui di limi argillosi, in superficie e/o intercalati nella successione. Questi ultimi litotipi denotano un comportamento non drenato e compressibile.

Caratteri pedologici: VRR1, LEM1, BSG1, ISN1/GER1, SLD1, MDE1, MAD1

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: terreni granulari sciolti o molto sciolti in superficie; aumento del grado di addensamento con la profondità. Locale presenza sia in superficie che intercalati alla successione di livelli coesivi compressibili con scadenti caratteristiche geotecniche. Falda freatica prossima al piano campagna e/o direttamente collegata alla falda d'alveo e di subalveo e potenzialmente soggetta ad escursioni positive anche di notevole entità legate allo stato idrologico del F. Ticino. Permeabilità da moderata a moderatamente elevata, localmente elevata. Vulnerabilità elevata.

Drenaggio delle acque: generalmente buono, localmente rapido in corrispondenza delle aree dei corsi d'acqua e nelle aree ad essi limitrofe. Drenaggio mediocre o lento nelle aree distali di deposizione dei materiali alluvionali più fini. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

Unita C

Caratteri morfologici: Ripiani, talora artificiali, compresi all'interno della valle della Roggia Vernavola e in subordine del Ticino, distinti per la loro localizzazione in fasce prossime alle aree golenali della Vernavola e zone comprese nei tratti urbanizzati, variamente modificate dall'azione antropica.

Caratteri litotecnici: sabbie prevalenti con subordinate ghiaie, con intercalazioni lenticolari di limi e limi argillosi che possono costituire più orizzonti di una certa rilevanza nei 20 m sommitali dell'unità.

Caratteri pedologici: VIL1

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: Il comportamento geotecnico è principalmente influenzato dalla presenza di orizzonti coesivi (talora torbosi) con scadenti caratteristiche geomeccaniche, intercalati nella litozona sabbiosa sommitale. Drenaggio delle acque: generalmente buono, localmente rapido in corrispondenza delle aree dei corsi d'acqua e nelle

aree ad essi limitrofe. Drenaggio mediocre o lento nelle aree distali di deposizione dei materiali alluvionali più fini. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

Drenaggio delle acque: generalmente buono, localmente rapido in corrispondenza delle aree dei corsi d'acqua e nelle aree ad essi limitrofe. Drenaggio mediocre o lento nelle aree distali di deposizione dei materiali alluvionali più fini. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

AMBITO OMOGENEO B - Alluvionale Antico - Terrazzo Inferiore

Unità Ba, B1a

Caratteri morfologici: ambito terrazzato a morfologia pianeggiante o ondulata, in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura e separato da essi da evidenti orli di terrazzo morfologico con dislivelli di 8-16 m (Ticino) e 2-8 m (terrazzo superiore dell'ambito omogeneo A).

Caratteri litotecnici: sabbie da molto fini a grossolane con rari orizzonti a ghiaietto. Locali intercalazioni limose e argillose a profondità variabile da 2 a 9 m dal piano campagna (B1a - B1b). Locale presenza di limi e orizzonti torbosi nella porzione più superficiale.

Caratteri pedologici: BLL1, CFV1.

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: Terreni in superficie da granulari sciolti a coesivi compressibili; aumento del grado di addensamento in profondità. Locale presenza di terreni di riporto superficiali nelle zone centrali del centro storico. Permeabilità moderatamente elevata. Soggiacenza <5-6 m.

Drenaggio delle acque: buono sia in superficie che in profondità.

Unità Bb, B1b

Caratteri morfologici: ambito terrazzato a morfologia pianeggiante o ondulata, in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura e separato da essi da evidenti orli di terrazzo morfologico con dislivelli di 8-16 m (Ticino) e 2-8 m (terrazzo superiore dell'ambito omogeneo A).

Caratteri litotecnici: sabbie da molto fini a grossolane con rari orizzonti a ghiaietto. Locali intercalazioni limose e argillose a profondità variabile da 2 a 9 m dal piano campagna (B1a - B1b). Locale presenza di limi e orizzonti torbosi nella porzione più superficiale.

Caratteri pedologici: BLL1, CFV1.

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: Terreni in superficie da granulari sciolti a coesivi compressibili; aumento del grado di addensamento in profondità. Locale presenza di terreni di riporto superficiali nelle zone centrali del centro storico. Permeabilità moderatamente elevata. Soggiacenza >5-6 m

Drenaggio delle acque: buono sia in superficie che in profondità.

AMBITO OMOGENEO A - Alluvionale Antico - Terrazzo Superiore

Unità Aa - A1a – Ab

Caratteri morfologici: ambito di pianura sopraelevato di circa 10-24 m rispetto al fondovalle del F. Ticino.

Caratteri litotecnici: sabbie prevalenti (spesso alterate in superficie) con sporadici orizzonti a scheletro più grossolano e con intercalazioni di limi e limi argillosi maggiormente frequenti entro i 6-8 m di profondità (A1a).

Caratteri pedologici: AGO2, ISS1, VAC1, PES1, VAT1, PCH1.

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: Terreni granulari da sciolti in superficie a mediamente, addensati oltre i 5-7 m di profondità; presenza di terreni coesivi compressibili più frequentemente entro i 6-8 m di profondità (A1a). Consistenza crescente con la profondità. Permeabilità moderata, localmente moderatamente elevata. Falda sospesa con soggiacenza ≤ 5 m ($2 \div 4$ m dal piano campagna o stagionalmente prossima alla superficie - Aa; circa 5 m dal piano campagna con escursioni stagionali fino a $3 \div 4$ m dal piano campagna - Ab).

Drenaggio delle acque: mediocre, talvolta moderatamente rapido in superficie (Ab - settore occidentale dell'ambito del terrazzo superiore nella zona di passaggio con l'ambito del terrazzo inferiore), buono in profondità. Possibile presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

Unità Ac

Caratteri morfologici: ambito di pianura sopraelevato di circa 10-24 m rispetto al fondovalle del F. Ticino.

Caratteri litotecnici: sabbie prevalenti (spesso alterate in superficie) con sporadici orizzonti a scheletro più grossolano e con intercalazioni di limi e limi argillosi maggiormente frequenti entro i 6-8 m di profondità (A1a).

Caratteri pedologici: AGO2, ISS1, VAC1, PES1, VAT1, PCH1.

Assetto geologico-tecnico ed idrogeologico: Terreni granulari da sciolti in superficie a mediamente, addensati oltre i 5-7 m di profondità; locale presenza di terreni coesivi compressibili. Permeabilità moderata, localmente moderatamente elevata. Falda sospesa con soggiacenza > 5 m.

Drenaggio delle acque: mediocre, talvolta moderatamente rapido in superficie (Ab - settore occidentale dell'ambito del terrazzo superiore nella zona di passaggio con l'ambito del terrazzo inferiore), buono in profondità. Possibile presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

8 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un certo sito su base probabilistica ed è funzione delle caratteristiche di sismicità regionali e del potenziale sismogenetico delle sorgenti sismiche; la sua valutazione deriva quindi dai dati sismologici disponibili e porta alla valutazione del rischio sismico di un sito in termini di danni attesi a cose e persone come prodotto degli effetti di un evento sismico.

La pericolosità sismica valutata all'interno di un sito deve essere stimata come l'accelerazione orizzontale massima al suolo (scuotimento) in un dato periodo di tempo, definendo i requisiti progettuali antisismici per le nuove costruzioni nel sito stesso.

La mappatura della pericolosità sismica del territorio italiano ha permesso di stilare una classificazione sismica dello stesso secondo le direttive promulgate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri il 23 marzo 2003 – Ordinanza n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (allegato 1) e le connesse norme tecniche per fondazioni e muri di sostegno, edifici e ponti (allegati 2, 3 e 4).

La Regione Lombardia, con d.g.r. 7 novembre 2003, n. 7/14964, in cui vengono indicate le disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza, ha recepito, in via transitoria e fino a nuova determinazione, l'elenco delle zone sismiche (Allegato A dell'Allegato 1 dell'Ordinanza n. 3274/03).

In Figura 8.1 – viene riportata la mappa della pericolosità sismica come pubblicata nella sopra citata OPCM. Le mappe di pericolosità sismica in riferimento all'Ordinanza n. 3274, per il territorio italiano e per la regione Lombardia, sono illustrate nella Figura 8.1 e nella Figura 8.2, mentre in Figura 8.3 è riportata la classificazione sismica per il territorio lombardo.

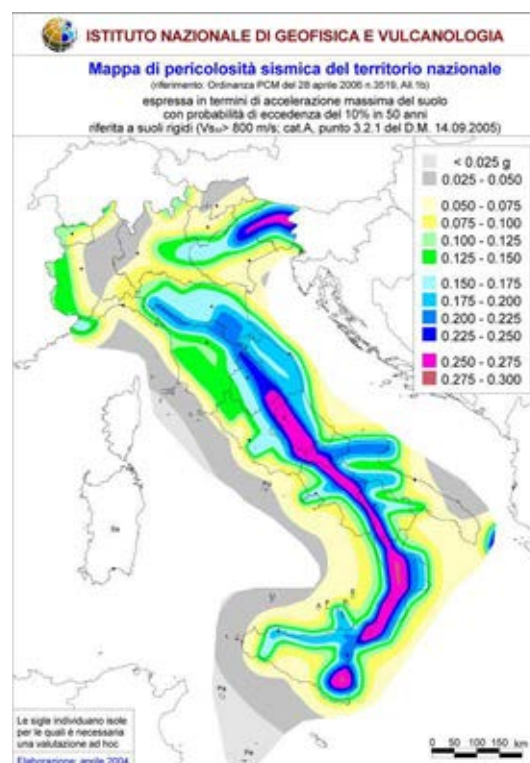


Figura 8.1 –Mappa di pericolosità sismica OPCM n. 3274

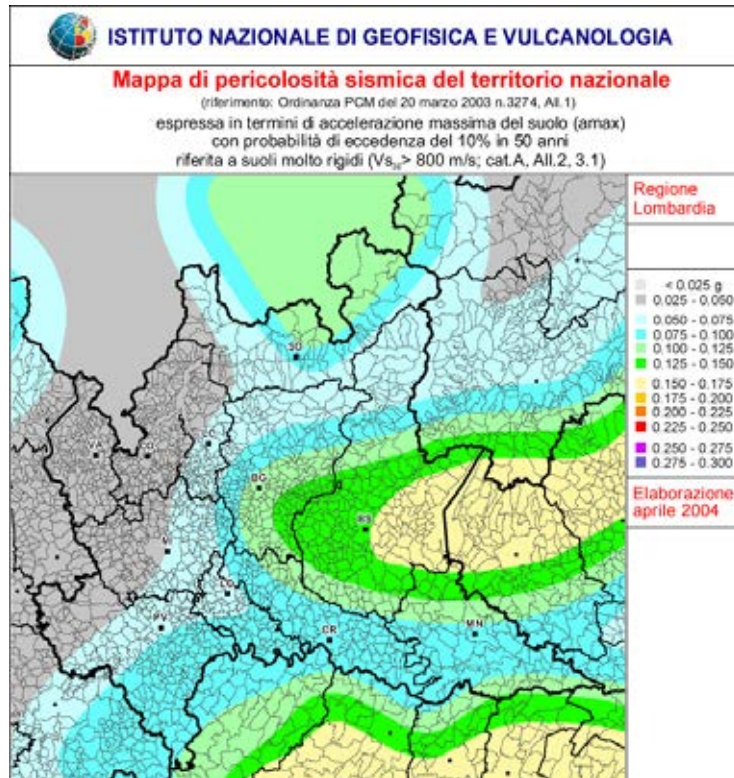


Figura 8.2 - Mappa di pericolosità sismica OPCM 20 marzo 2003 n. 3274, Lombardia

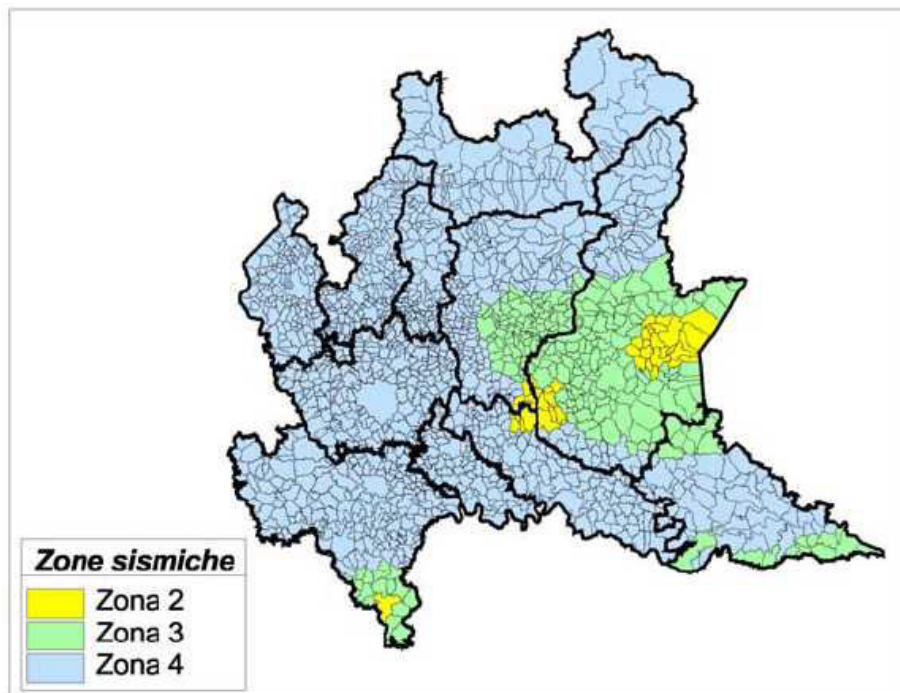


Figura 8.3 - Classificazione OPCM dei comuni lombardi in zone sismiche

In data 11 maggio 2006 è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale l'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519, con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (Allegato 1.A) e la Mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (Allegato 1.B) definiti nel "Progetto INGV-DPC S1 (2006). Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi". I criteri sono stati successivamente aggiornati, al fine di armonizzarne il testo con la revisione delle Norme Tecniche per le costruzioni e sono stati approvati con parere favorevole dell'Assemblea del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27 luglio 2007, voto n. 36.

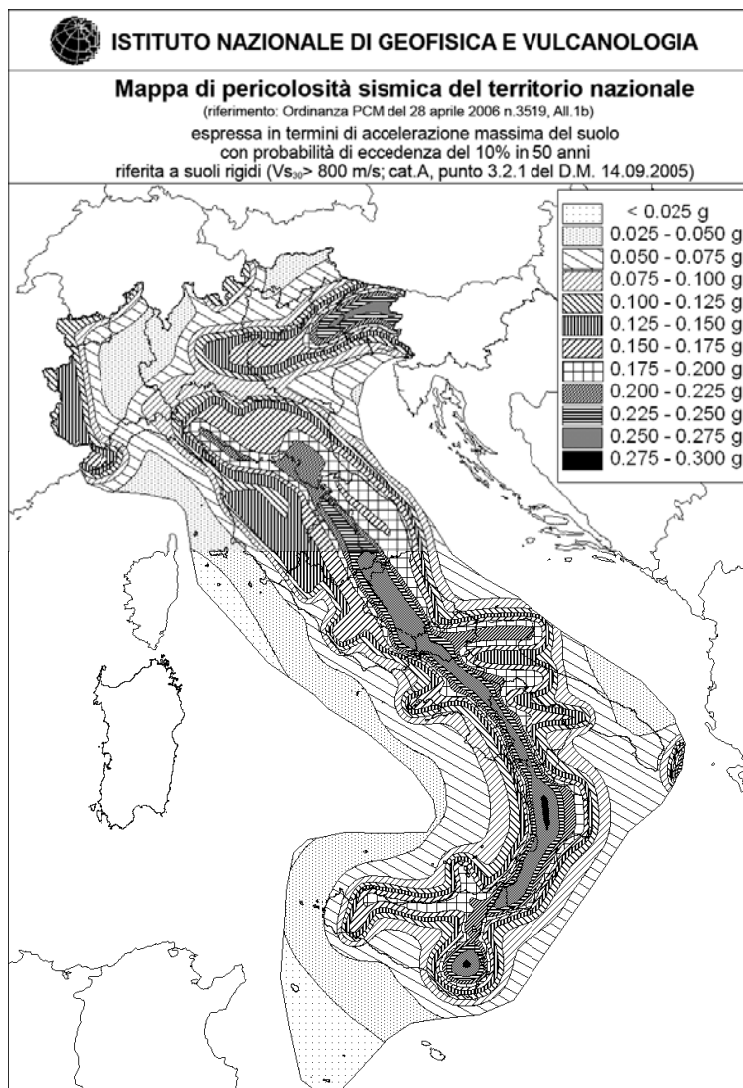


Figura 8.4 - Mappa di pericolosità sismica OPCM n. 3519

Con la pubblicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) si definiscono i criteri definitivi per la classificazione sismica del territorio nazionale in recepimento del Voto n. 36 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27 luglio 2007

(*"Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale"*); tali criteri prevedono la valutazione dell'azione sismica non più legata ad una zonazione sismica ma **definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati, in termini sia di accelerazione del suolo a_g sia di forma dello spettro di risposta.**

Secondo il Voto n. 36, "l'azione sismica è quindi valutata sito per sito e costruzione per costruzione e non riferendosi ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni come avveniva in precedenza".

L'Allegato A al D.M. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*" prevede che l'azione sismica venga valutata in fase di progettazione a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La pericolosità sismica di un determinato sito deve essere descritta con sufficiente dettaglio sia in termini geografici che temporali, fornendo, di conseguenza i risultati del suddetto studio:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta (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);
- in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento (*reticolo di riferimento*) i cui nodi non siano distanti più di 10 km;
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

L'azione sismica così individuata deve essere variata in funzione delle modifiche apportate dalle condizioni sito-specifiche (caratteristiche litologiche e morfologiche); le variazioni apportate caratterizzano la **risposta sismica locale**.

L'Allegato B alle citate norme fornisce le tabelle contenenti i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*_c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento, consultabile sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Nelle nuove NTC18 (Decreto ministeriale del 17 gennaio 2018 "*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*"), pubblicato su Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018, con entrata in vigore dal 22 marzo 2018), **le azioni sismiche vengono determinate facendo riferimento ai valori di a_g , F_0 e T^*_c riportati nell'allegato B delle NTC08.**

Infine, con DGR n. 2129 dell'11 luglio 2014 si è provveduto alla **riclassificazione sismica del territorio lombardo** (vedi figura seguente): sulla base della nuova classificazione i comuni in zona 2 sono 57, in zona 3 sono 1027 in zona 4 sono 446. Con la successiva DGR n. 4144 dell'8 ottobre 2015 si è stabilita l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica alla data del **10 aprile 2016**.

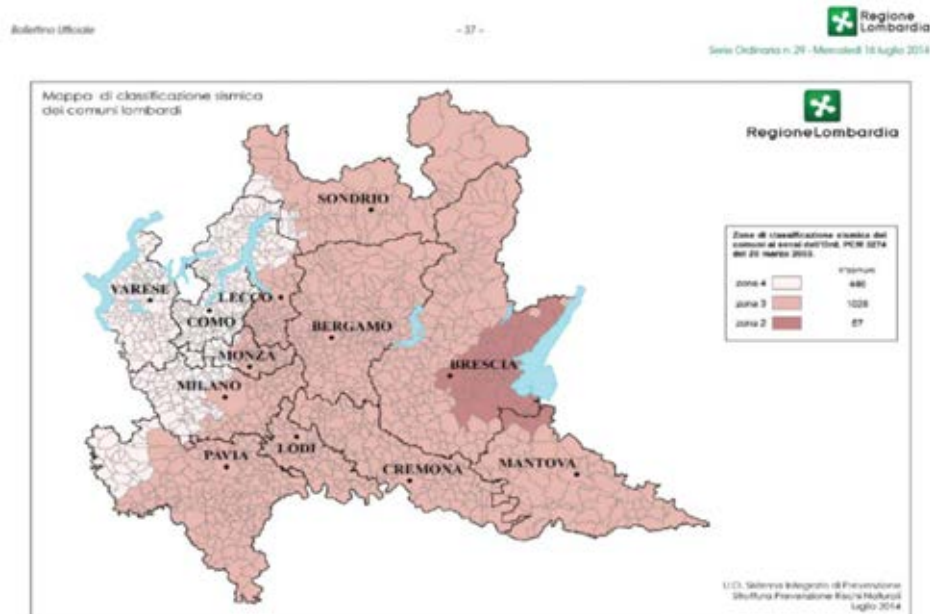


Figura 8.5 - Classificazione dei comuni lombardi in zone sismiche

8.2 ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI REGIONALI

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 19 gennaio 2006, 3° supplemento straordinario, della D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12", la Regione Lombardia ha definito le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, successivamente aggiornate con D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 e D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12 approvati con D.G.R. 22/05 n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374" pubblicata sul B.U.R.L. del 15 dicembre 2011, serie ordinario n. 50, a seguito delle avvenute modifiche in materia di norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

Secondo le direttive regionali di recente emanazione, l'analisi della sismicità del territorio in termini di valutazione dell'amplificazione sismica locale deve seguire le metodologie dell'Allegato 5 alla recente D.G.R. n. IX/2616/2008, che prevedono tre diversi livelli di approfondimento (1° livello, 2° livello, 3° livello).

Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia, di cui alla recente D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", il territorio di Pavia risulta riclassificato da Zona 4 a **Zona Sismica 3** con valore di accelerazione massima (a_g max) pari a 0,077778 (vedi Figura 8.5).

Ciò comporta, come disposto dalla stessa D.g.r., che i comuni riclassificati provvedano "ad aggiornare la componente sismica degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici, secondo le disposizioni di cui ai vigenti Criteri attuativi dell'art.57 della l.r. 12/2005".

L'entrata in vigore della nuova classificazione sismica è stata differita in un primo tempo, con Deliberazione n. X/2489 del 10 ottobre 2014, al 14 ottobre 2015 e in un secondo tempo, con Deliberazione n. X/4144 del 8 ottobre 2015, pubblicata sul BURL del 13 ottobre 2015, al 10 aprile 2016.

Secondo la D.g.r. IX/2616/2011 i comuni in **zona sismica 3** devono procedere, in fase pianificatoria, alla redazione del 1° livello di approfondimento sismico esteso a tutto il territorio comunale ed al 2° livello di approfondimento nelle zone PSL Z3 e Z4 individuate nel 1° livello ed interferenti con urbanizzato e/o con urbanizzabile (aree di espansione urbanistica).

Tabella 8.1 -Livelli di approfondimento sismico e fasi di applicazione in funzione della zona sismica.

	1° Livello Fase Pianificatoria	2° Livello Fase Pianificatoria	3° Livello Fase Progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	<u>Nelle zone PSL Z3 e Z4 seinterferenti con urbanizzato e urbanizzabile</u> , ad esclusione delle aree già inedificabili	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale Nelle zone PSL Z1 e Z2
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti

Alla luce di tali considerazioni, nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011, l'analisi del rischio sismico locale è stata condotta nel presente studio tramite le seguenti procedure (cfr. paragrafi seguenti):

- **approfondimento di I livello** (obbligatorio ed esteso a tutto il territorio comunale) che consente l'individuazione di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione, la cui quantificazione dovrà essere oggetto di specifici studi di approfondimento;

- approfondimenti sismici:** negli scenari PSL Z4, Z3, Z2 individuati con analisi di I livello si è proceduto, sulla base della campagna di indagini sismiche HVSR e dei dati sismici di documentazione, all'esecuzione di approfondimenti di II e III livello, ai sensi della D.G.R. IX/2616/2011, ex novo e/o alla revisione degli approfondimenti di II livello effettuati nell'ambito della precedente componente geologica.

8.3 SISMICITÀ STORICA

L'analisi della sismicità storica del comune di Pavia, tratta dal database macrosismico italiano DBMI15-v2.0, riporta nel periodo di osservazione compreso tra l'anno 1000 e l'anno 2017, 66 eventi, ed evidenzia risentimenti con intensità macrosismica massima generalmente inferiori a 5 con alcuni eventi di intensità compresa tra 5 e 6, come mostrato di seguito in forma grafica e tabellare.

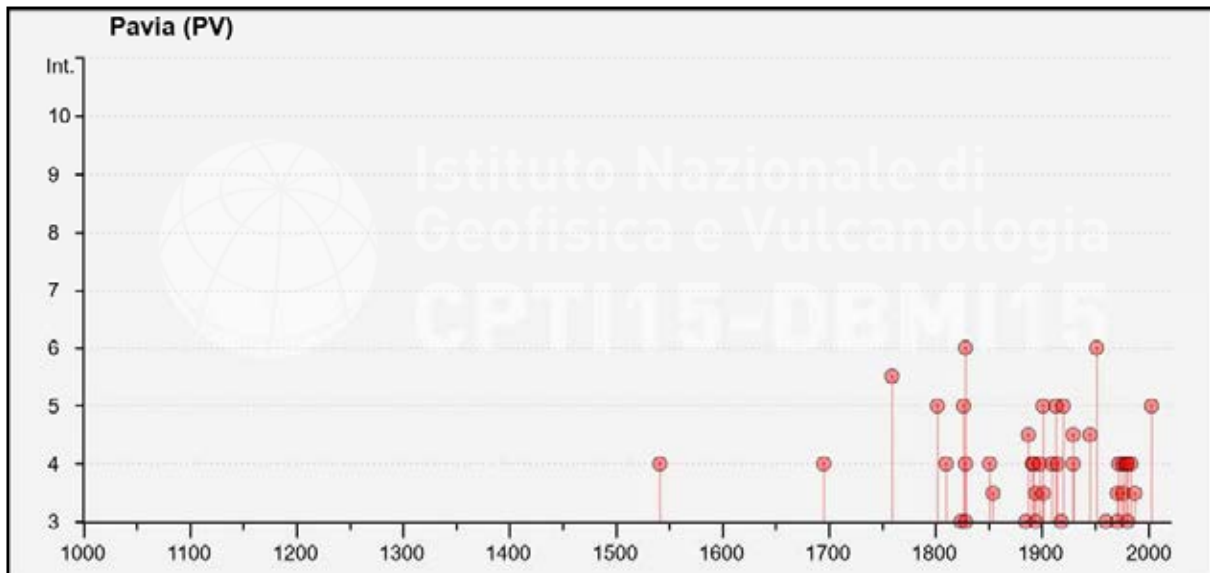


Figura 8.6– Storia sismica del comune di Pavia (da DBMI15-v2.0)

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Seismic history of Pavia
PlaceID IT_17853
Coordinates (lat, lon) 45.185, 9.155
Municipality (ISTAT 2015) Pavia
Province Pavia
Region Lombardia
No. of reported earthquakes 66

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
F	1473 05 07 07 45	Milanese	5	4	3,7
F	1522 10 05 00 10	Pianura Padana	6	5	4,71
4	1541 10 22 18	Valle Scrivia	9	7	5,26
4	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
5-6	1759 05 26 22 15	Pavese	4	5	4,16
5	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	94	8	5,6
4	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5,06
3	1824 02 04 21 50	Oltrepò Pavese	3	5	4,49
2-3	1826 06 24 12 15	Garda occidentale	20	5	4,62
5	1826 11 11 04 28	Pavia	1	5	4,16
6	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5,72
3	1828 10 09 08	Oltrepò Pavese	5		
4	1828 10 10 01 30	Oltrepò Pavese	18		
F	1832 03 13 03 30	Reggiano	57	7-8	5,51
4	1851 02 05 09 50	Valtellina	30	5	4,72
3-4	1854 12 29 01 45	Liguria occidentale	86	7-8	5,72
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
3	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5,01
4-5	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
4	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Illasi	403	8-9	5,87
4	1892 01 05	Garda occidentale	93	6-7	4,96
3	1894 02 09 12 48 05.00	Valle d'Illasi	116	6	4,74
3-4	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4,89
NF	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5,11
NF	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4,59
4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5,37
3-4	1901 01 23 00 17 10.00	Oltrepò Pavese	90	5	4,23
5	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5,44
NF	1908 07 10 02 13 35.00	Carnia	119	7-8	5,31
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	857	6-7	5,36
2	1912 05 31 21 40	Canavese	51	5-6	4,71
5	1913 12 07 01 28	Valle Scrivia	56	5	4,57
F	1914 10 26 03 43 22.00	Torinese	63	7	5,24
2-3	1914 10 27 01 12	Torinese	5	4	4,74
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
NF	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
3	1918 01 13 12	Pianura lombarda	24	4	4,62
5	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
4-5	1925 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5,13
NF	1925 04 29 18 36	Bolognese	45	6	5,2
4	1925 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
2-3	1945 06 14 05 03 45.00	Oltrepò Pavese	5	6-7	4,78
4-5	1945 06 29 15 37 13.00	Oltrepò Pavese	31	7-8	5,1
2-3	1945 12 15 05 27	Oltrepò Pavese	12	6	4,72
2	1948 07 19 18 11 26.00	Garda settentrionale	16	5	4,87
6	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5,17
NF	1952 08 22 02 25 31.00	Lomellina	21	4	4,11
3	1960 03 23 23 10	Vallese	178	7	5
NF	1961 11 23 01 12 05.00	Prealpi bergamasche	119	6-7	4,86
NF	1967 12 09 03 09 56.00	Adriatico centrale	22		4,36
2	1970 04 19 18 16 32.00	Garda occidentale	65	5	4,55
3-4	1971 01 06 11 10 55.00	Oltrepò Pavese	23	4-5	3,85
3	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5,51
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
3-4	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6,45
4	1976 09 15 09 21 19.01	Friuli	54	8-9	5,95
4	1979 02 09 14 44	Bergamasco	73	6	4,78
F	1979 11 17 20 53	Lago d'Iseo	17	5-6	4,37
3	1980 01 05 14 32 26.00	Torinese	120	6-7	4,82
4	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3-4	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
5	2003 04 11 09 26 57.78	Valle Scrivia	78	6-7	4,81
NF	2005 04 18 10 59 18.56	Valle del Trebbia	234	4	3,97
F	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5,36
F	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79

Tabella 8.2 – Storia sismica del comune di Pavia (da DBMI15-v2.0)

Le massime intensità macrosismiche osservate sono relative agli eventi del 26/05/1759 che interessò il pavese con magnitudo momento all'epicentro pari a 4.16 provocando lesioni alla volta di un edificio, del 09/10/1828 con epicentro in Val Staffora e magnitudo momento all'epicentro pari a 5.72 che causò numerosi danni in tutta la valle Staffora con crolli di case e chiese e provocò 25 vittime, e del 15/05/1951 con epicentro nel lodigiano e magnitudo momento all'epicentro pari a 5.17 che provocò danni soprattutto a Cremona, Fiorenzuola d'Arda, Pontenure e Piacenza.

L'ubicazione degli epicentri dei tre eventi sopra citati e le relative mappe di risentimento macrosismiche sono di seguito mostrate.

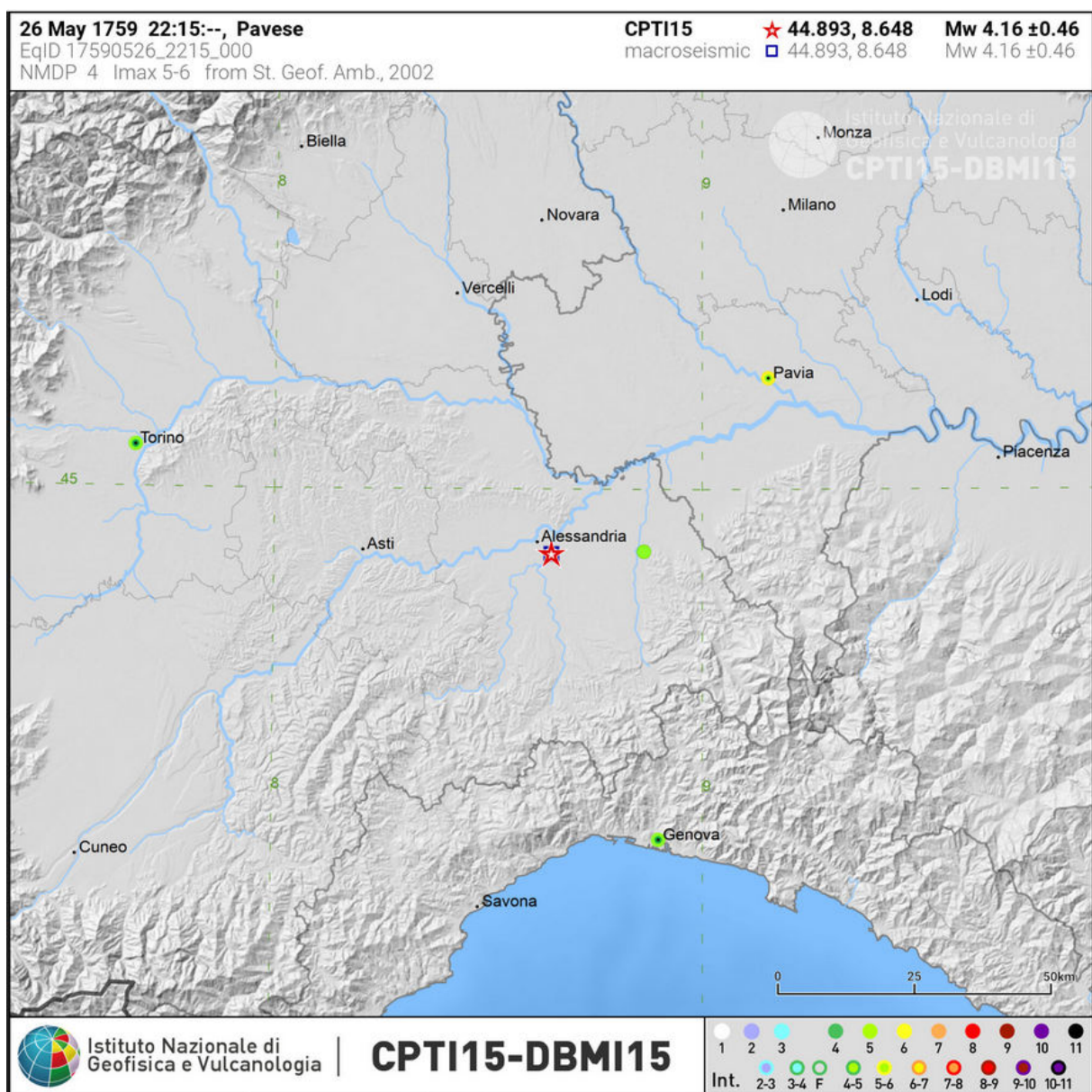


Figura 8.7– Evento sismico del 26/05/1759

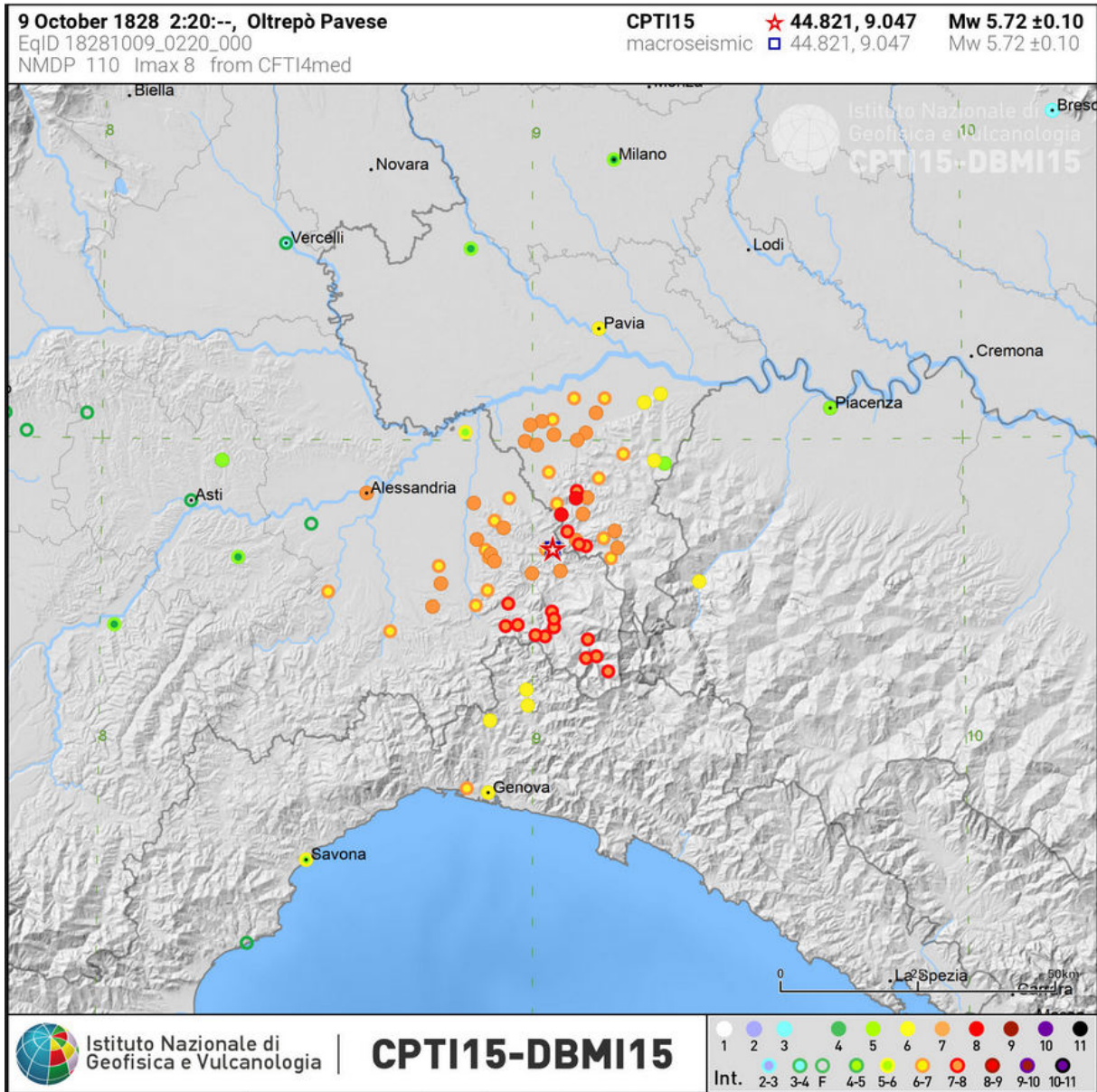


Figura 8.8– Evento sismico del 09/10/1828

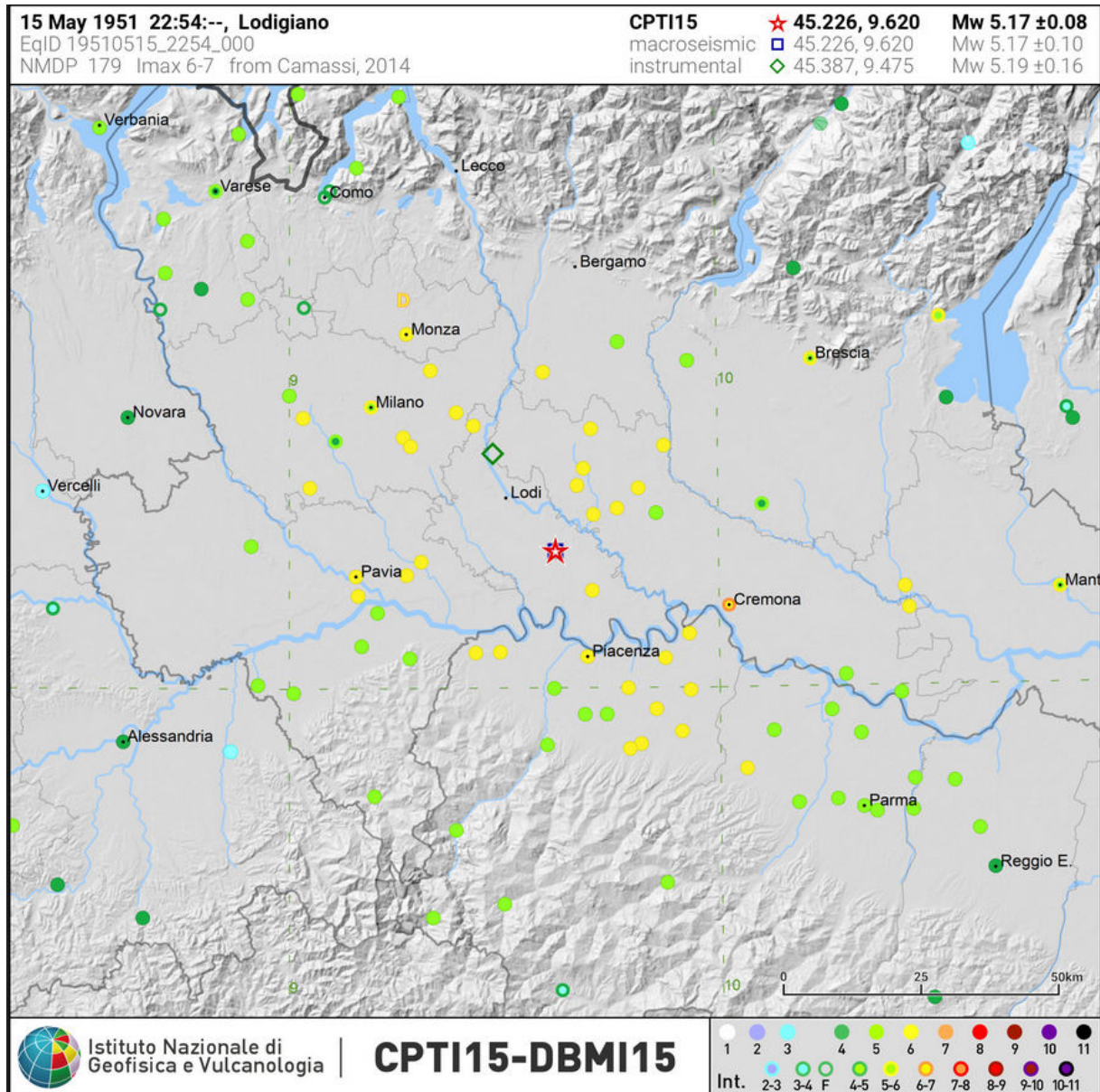


Figura 8.9– Evento sismico del 15/05/1951

8.4 SISMICITÀ RECENTE

L'analisi della sismicità recente che ha interessato il territorio di Pavia è stata condotta facendo riferimento al Data-Base ISIDE - *Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base*, che contiene i dati parametrici di tutti i terremoti localizzati dalla sala di sorveglianza sismica dell'INGV di Roma. Si tratta di eventi avvenuti a partire dal 1 gennaio 1985 ed aggiornati giornalmente in tempo reale. Per localizzare i terremoti vengono utilizzate più di 500 stazioni della Rete Sismica Nazionale (<http://terremoti.ingv.it/instruments>) gestita dall'INGV e di altre reti gestite da istituzioni ed enti internazionali e regionali.

Le localizzazioni di sala vengo poi riviste da operatori specializzati per produrre il Bollettino Sismico Italiano (<http://terremoti.ingv.it/help#BSI>) ed aggiornati all'interno di ISIDE.

Nel tempo le modalità con le quali è stato prodotto il bollettino sono cambiate ed anche le magnitudo attribuite dagli analisti si sono modificate con il modificarsi della rete che è passata da analogica a digitale da monocomponente a broad-band. Attualmente vengono rivisti dal BSI solo gli eventi di $M \geq 1.5$

Interrogando il citato Database per un'area circolare di raggio pari a 50 km con centro in corrispondenza della sede municipale di Pavia si ottengono 212 eventi di magnitudo superiore a 2, di cui 30 con magnitudo superiore a 3.

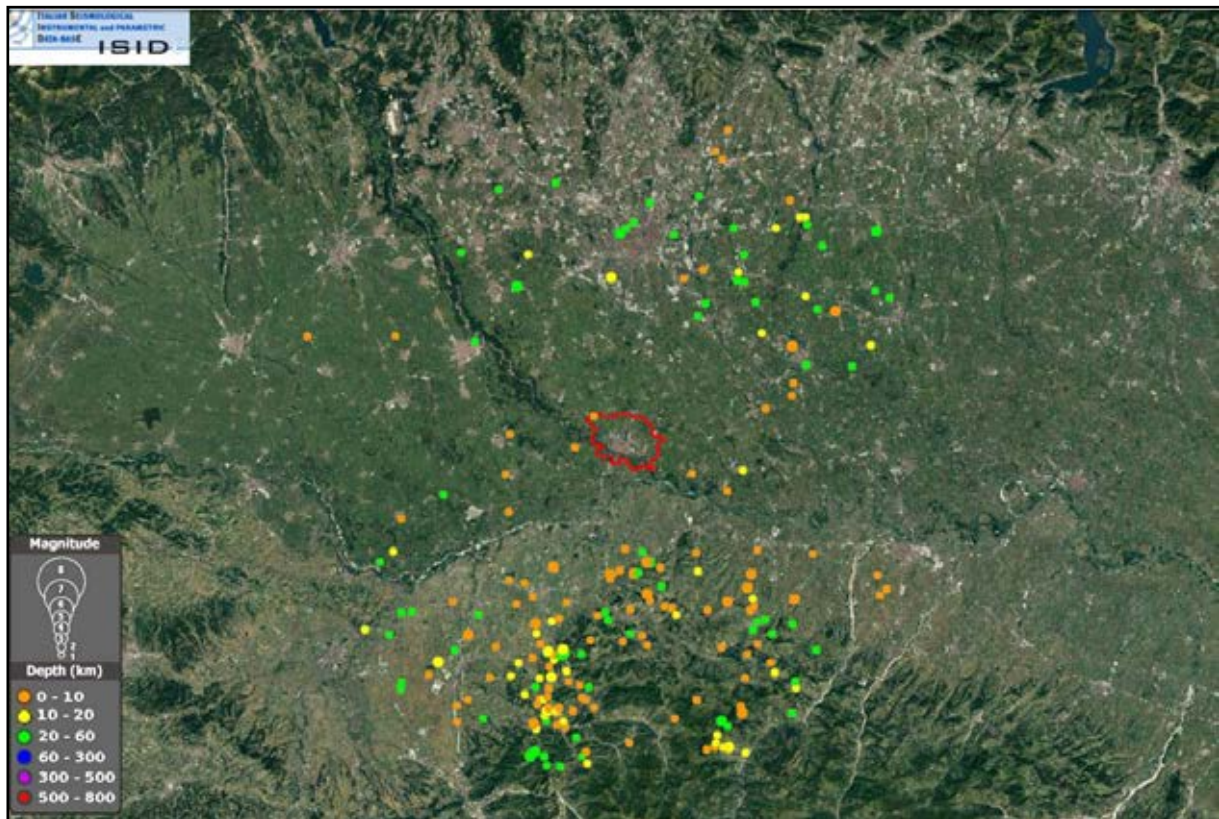


Figura 8.10– Eventi simici recenti in un raggio di 50 km da Pavia (da ISIDE)

Nella seguente tabella si riporta l'elenco degli eventi di magnitudo maggiore o uguale a 3 registrati a partire dal 1985 nell'area considerata.

Data ed ora	Magnitudo	Area epicentrale	Profondità	Latitudine	Longitudine
2020-12-17 16:59:22	ML 3.8	3 km W Milano (MI)	55	45.47	9.16
2020-04-19 11:53:40	ML 3.7	1 km SE Redavalle (PV)	25	45.03	9.21
2016-09-10 17:13:52	ML 3.3	2 km E Misano di Gera d'Adda (BG)	33	45.48	9.65
2014-12-06 18:40:41	ML 3.6	1 km W Pozzol Groppo (AL)	11	44.88	9.02
2014-11-06 18:37:34	ML 3.0	2 km SE Romagnese (PV)	21	44.82	9.35
2013-11-23 00:04:07	ML 3.3	2 km S Rivanazzano Terme (PV)	18	44.91	9.02
2013-11-22 20:50:24	ML 3.7	2 km NW Godiasco Salice Terme (PV)	21	44.91	9.05
2013-11-21 11:36:50	Mw 3.6	2 km NW Godiasco Salice Terme (PV)	23	44.91	9.04
2013-11-21 11:34:15	ML 3.1	2 km NW Godiasco Salice Terme (PV)	19	44.92	9.05
2013-10-27 08:26:31	ML 3.2	1 km W Garbagna (AL)	24	44.78	8.99
2013-10-19 18:21:57	Mw 3.3	2 km SW Garbagna (AL)	25	44.77	8.98
2012-02-29 16:34:58	ML 3.7	1 km NE Casasco (AL)	15	44.83	9.02
2007-12-05 17:34:35	ML 3.0	2 km W Lodi (LO)	3	45.32	9.48
2006-04-22 07:02:47	ML 3.1	4 km E Romagnese (PV)	10	44.83	9.39
2005-11-20 11:48:58	ML 3.4	2 km W Vermezzo (MI)	35	45.40	8.96
2004-09-21 12:51:04	Md 3.3	4 km S Rovescala (PV)	5	44.98	9.36
2002-10-05 22:12:50	Md 3.0	1 km NE Assago (MI)	17	45.42	9.14
2002-02-21 11:33:11	Md 3.1	1 km SW Ziano Piacentino (PC)	5	45.00	9.40
2001-06-01 21:41:49	Md 3.1	5 km N Tortona (AL)	5	44.94	8.87
1999-02-05 06:08:14	Md 3.3	1 km N Montalto Pavese (PV)	7	44.99	9.21
1996-12-24 07:02:00	Md 3.0	1 km SW Monte Cremasco (CR)	5	45.37	9.57
1995-08-09 23:59:49	Md 3.0	2 km N Ziano Piacentino (PC)	5	45.02	9.40
1995-04-29 21:13:55	Md 3.0	2 km W Pizzale (PV)	5	45.03	9.03
1994-10-28 01:04:48	Md 3.4	E Torricella Verzate (PV)	6	45.02	9.18
1992-07-06 13:25:18	Md 3.0	1 km S Redavalle (PV)	5	45.03	9.21
1990-09-12 19:39:25	Md 3.0	5 km NW Agazzano (PC)	5	44.98	9.49
1989-09-06 05:42:43	Md 3.0	2 km SW Casasco (AL)	8	44.82	8.99
1989-07-08 00:24:00	Md 3.0	3 km NW Bobbio (PC)	13	44.79	9.36
1988-12-25 19:27:35	Md 3.5	3 km NW Rivanazzano Terme (PV)	8	44.95	8.99
1985-02-21 07:24:26	MLNET 3.3	4 km W Tortona (AL)	10	44.90	8.81

Legenda: ML= Magnitudo Locale - Mw = Magnitudo momento - Md = magnitudo di durata

Tabella 8.3 – Sismicità recente – $M \geq 3$ (da ISIDE)

8.5 CONTESTO GEODINAMICO

Lasismicità risentita nell'area di Pavia, è riferibile dal punto di vista geodinamico prevalentemente alla zona sismogenetica 911 della zonazione ZS9 che comprende il cosiddetto "arco di Pavia" e le strutture ad esso relative, costituendo una zona di svincolo cinematico tra il sistema alpino ed il sistema appenninico ed è caratterizzata da meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrenti sinistrorsi in strutture crostali superficiali e dip-slip in strutture più profonde che danno luogo a terremoti con ipocentri mediante compresi nella classe di profondità 8÷12 km. Alla zona sismica 911 è associata una magnitudo momento massima pari a 6.14.

L'ubicazione delle zone sismogenetiche ed i meccanismi focali prevalenti ad esse associati sono mostrati di seguito in rapporto all'area di progetto.

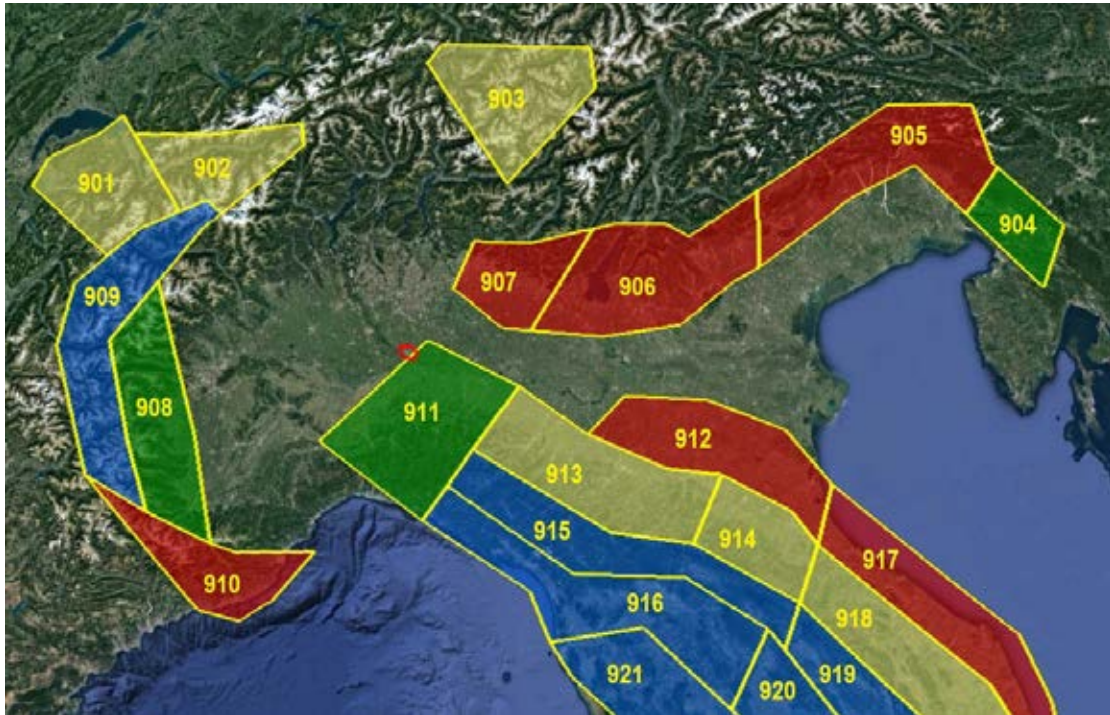


Figura 8.11 – Zone sismogenetiche ZS9

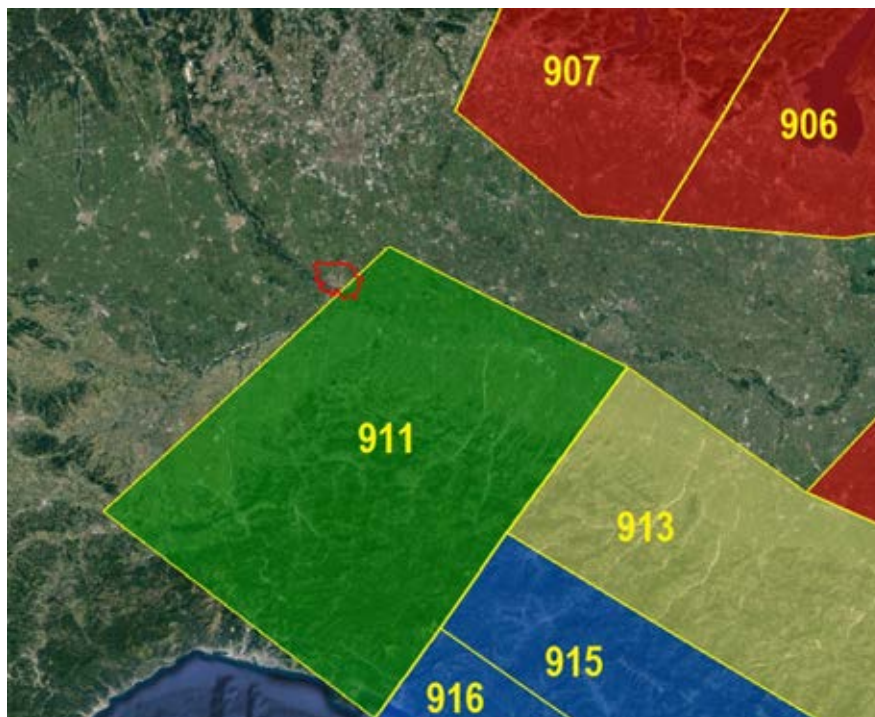


Figura 8.12 – Zone sismogenetiche ZS9 - Dettaglio

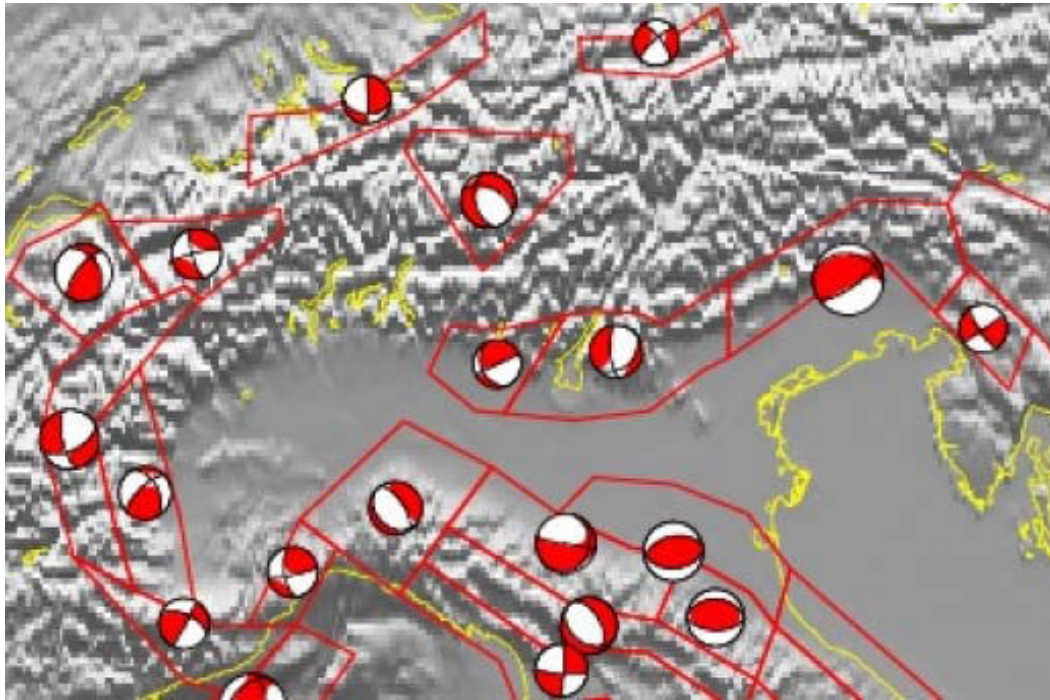


Figura 8.13 – Meccanismi focali

Nell'ambito delle zone sismogenetiche sopra indicate il più recente database *DISS 3.2.1*, reso disponibile dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, identifica le sorgenti sismo genetiche mostrate nella seguente tabella con i massimi valori di magnitudo momento registrati:

<i>Sorgente sismogenetica</i>	<i>Profondità [km]</i>	<i>Magnitudo momento Mw</i>
ITCS002 – Western S-Alps external thrust	6÷13	6.0
ITCS009 – Busseto - Cavriago	2÷8	5.6
ITCS010 – Western S-Alps internal thrust	5÷12	5.5
ITCS018 – Rivanazzano-Stradella	2÷8	5.5
ITCS044 – Portalbera-Cremona	2÷7	5.5
ITCS045 – San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro	2÷10	5.5
ITCS072 – Capriano-Castenedolo back-thrust	1÷6	6.0
ITCS115 - Western S-Alps external thrust shallow-west	2÷6	6.0
ITCS116 - Western S-Alps external thrust shallow-east	2.5÷5.5	5.5
ITCS179 - Western Monferrato	1÷8	5.5

ITCS180 - Eastern Monferrato	1÷8	5.5
ITIS104 -Romanengo	2.5÷5.8	5.7
ITDS001 – Broni-Stradella	-	-

Tabella 8.4 – Sorgenti sismogenetiche (da database DISS 3.2.1)

In corrispondenza delle sorgenti ITCS018 e ITCS044 nell'ambito del citato Database viene inoltre individuata la sorgente *ITDS001 – Broni-Stradella* inclusa tra le *Debated Seismogenic Sources*; si tratta di faglie attive riconosciute negli studi sismologici di base come potenziali sorgenti sismogenetiche ma che non sono considerate sufficientemente attendibili da essere incluse nel database. In particolare per la sorgente Broni-Stradella l'estensione della zona di rottura è compatibile con eventi simili di magnitudo superiore a 5.5.

L'ubicazione delle sorgenti sismogenetiche sopra indicate è di seguito mostrata in rapporto all'ubicazione dell'area di progetto (perimetro rosso).

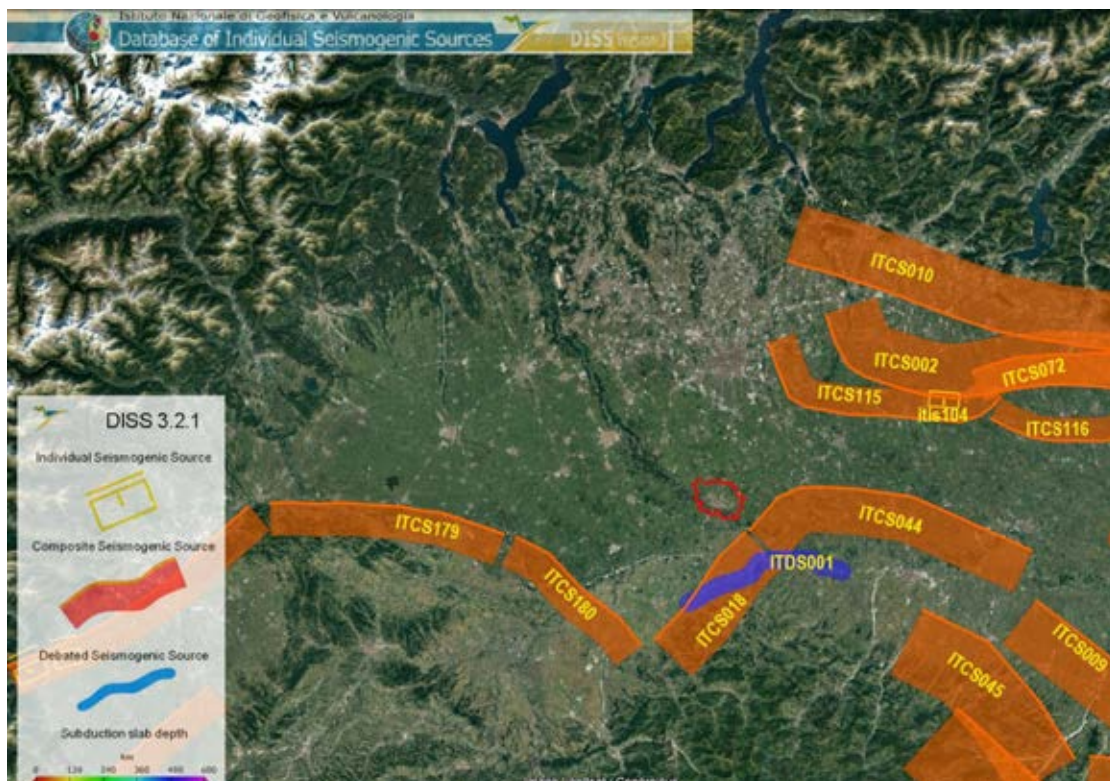


Figura 8.14 – Sorgenti sismogenetiche (da database DISS 3.2.1)

Come mostrato dall'immagine sopra riportata il sito di progetto non ricade all'interno di zone sismogenetiche riconosciute, essendo tuttavia molto prossimo alle sorgenti ITCS018 e ITCS044, distanti poco più di 3 km dal limite comunale.

La sorgente sismogenetica ITCS018 comprende l'area compresa tra poco a sud-ovest della città di Pavia (a nord) e le pendici dell'Appennino settentrionale a sud. La sorgente sismogenetica ITCS044 comprende l'area compresa tra la città di Pavia ad ovest e la città di Cremona ad est, tra le valli del Ticino e dell'Adda.

Entrambe le sorgenti appartengono al fronte esterno del thrust appenninico settentrionale, costituito da un sistema di faglie a vergenza da settentrionale a nord-occidentale poste all'estremità nord-occidentale della catena appenninica settentrionale.

I cataloghi storici e strumentali (*Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007*) relativi alla sorgente sismogenetica ITCS018 evidenziano l'assenza di sismicità significativa, con l'eccezione del già citato terremoto del 09/10/1828 che colpì la Valle dello Staffora, al limite sudoccidentale della sorgente. Per la sorgente sismogenetica ITCS044 i dati disponibili evidenziano una sporadica attività sismica di entità intermedia, con valori di Magnitudo-momento M_w compresi tra 4.5 e 5.0, con le eccezioni dei terremoti del 28/02/1276 e del 15/05/1951 che colpirono l'area del lodigiano con magnitudo momento all'epicentro rispettivamente pari a 5.1 e 5.2.

Nel complesso le sorgenti ITCS018 e ITCS044 costituiscono l'arco attivo occidentale in cui il fronte esterno dei thrust sudalpini sudvergenti e di quelli appenninici nordvergenti si avvicinano, raggiungendo la minima distanza relativa poco ad est del meridiano di Pavia, responsabile dell'attività sismica di moderata entità che caratterizza l'area ed il suo potenziale sismogenetico.

L'assetto strutturale della zona è mostrato nella sezione strutturale tracciata lungo la valle del Ticino e nello schema strutturale di seguito mostrati.

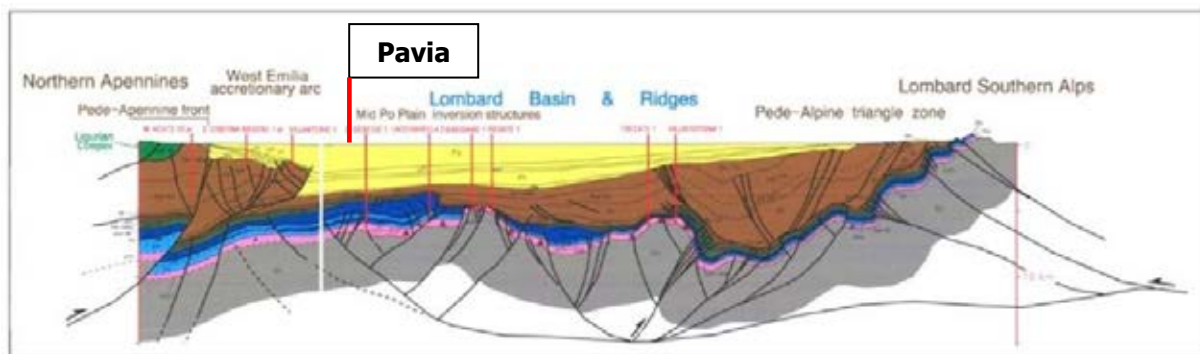


Figura 8.15 – Sezione strutturale (da Fantoni & Franciosi, 2009)

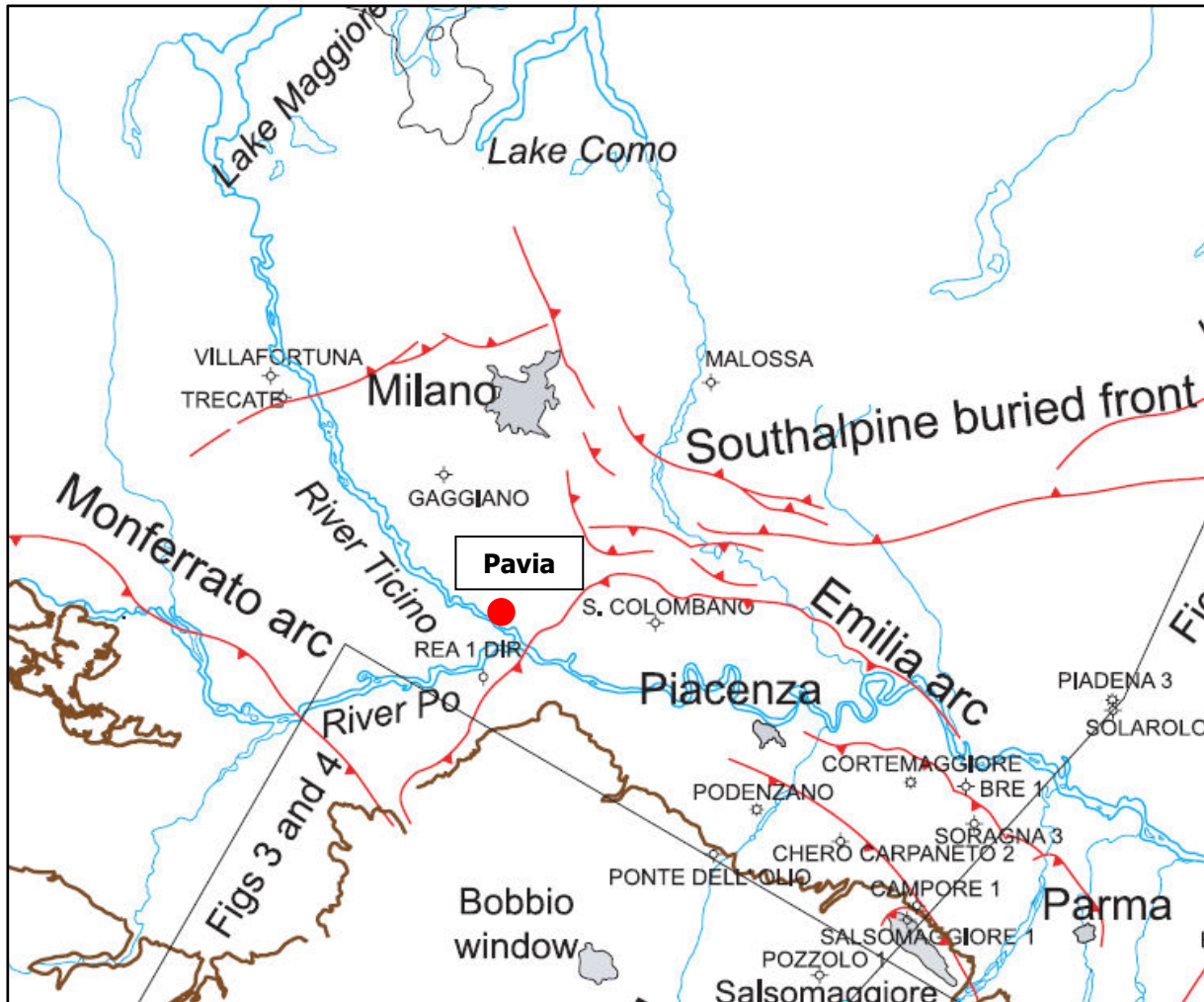


Figura 8.16– Schema strutturale (da Picotti et. al., 2007)

La consultazione del *Catalogo delle Faglie Capaci – Database ITHACA* ha infine consentito di escludere la presenza di elementi attivi in grado di dar luogo ad effetti di superficie all'interno del territorio comunale, come di seguito mostrato. L'elemento attivo più prossimo all'area comunale è costituito dal complesso di faglie inverse 86123-86124-86128-86129, appartenenti al Sistema Torino-Cremona, posto a circa 1.5 km a sudest del limite comunale

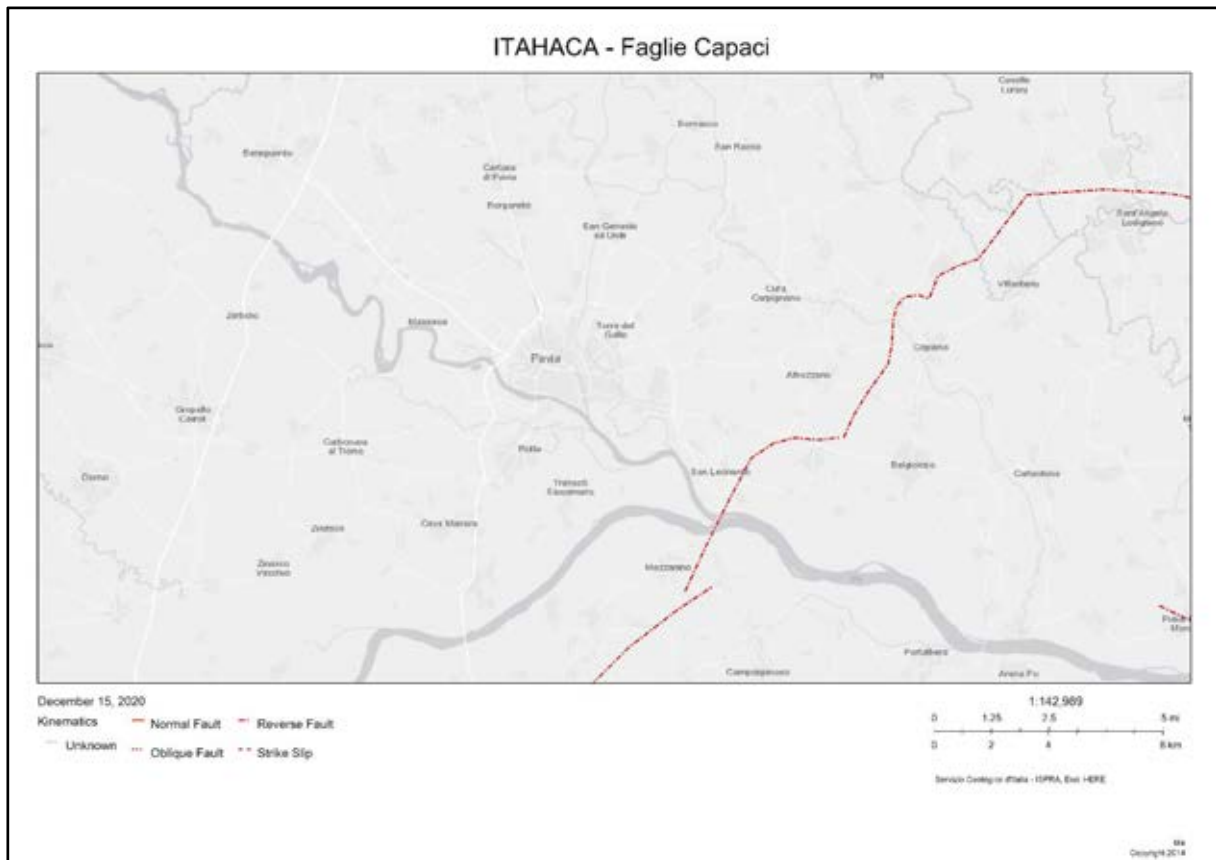


Figura 8.17– Ubicazione faglie capaci (ITHACA)

8.6 APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO

La **procedura di 1° livello** è un approccio di tipo qualitativo e consente l'individuazione, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base (caratterizzazione geologica e geologico-tecnica), di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione.

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 di seguito riportata.

Tabella 8.5:- Scenari di pericolosità sismica locale e relativi effetti

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti

Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Ai fini della individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale nell'ambito del territorio in esame si sono analizzati criticamente i dati geologici e geotecnici disponibili, facendo in particolare riferimento ai seguenti elaborati prodotti nell'ambito dello studio di base:

- Tav. 1 Caratteri geologici – scala 1:10.000
- Tav. 2 Caratteri idrogeologici – scala 1:10.000
- Tav. 3 Sezioni idrogeologiche – scala 1:25.000
- Tav. 4 Caratteri geologico-tecnici – scala 1:5.000

Ad integrazione delle informazioni disponibili, sono inoltre state analizzate le risultanze delle più recenti indagini geognostiche messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale per il presente studio.

8.6.1 SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI

L'esame della documentazione analitica di base e l'osservazione dettagliata dell'assetto morfologico del territorio ha consentito l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale di seguito descritti in grado di dar luogo ad apprezzabili modificazioni dello spettro di risposta elastica.

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

La totalità del territorio comunale di Pavia, in corrispondenza della piana alluvionale del Ticino, dell'area dei terrazzi intermedi e dell'area di pianura, è occupata da depositi fluviali/alluvionali granulari/coesivi ed è attribuibile allo scenario Z4a ove sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica attesa, conseguenti a fenomeni di amplificazione litologica e geometrica.

Z2a – Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti

Si tratta delle aree interessate dalla presenza nei primi metri di profondità di riporti di varia entità, costituiti da prevalenti sabbie limose, ciottoli, frammenti di laterizi, scorie di fonderia, la cui perimetrazione (indicativa) deriva dalla precedente componente geologica; in queste aree, in funzione della tipologia dei materiali di riempimento utilizzati e del loro grado di addensamento non noti, potrebbero innescarsi fenomeni di addensamento in occasione dell'evento sismico atteso, presumibilmente con conseguenti fenomeni di cedimento differenziale.

Z2b – Zone con depositi granulari fini

A questa categoria appartengono quelle porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza in superficie e nel primo sottosuolo di depositi saturi granulari fini, ove gli effetti da sisma possono originare fenomeni liquefazioni.

Gli scenari Z2a e Z2b sono sovrapposti allo scenario Z4a.

Z3a – Zone di ciglio con dislivello > 10 m

Sono state inserite in questo scenario di pericolosità sismica locale il ciglio di scarpata fluviale in sinistra idrografica del F. Ticino, naturale o localmente artificializzata, di altezza superiore ai 10 m.

In tali zone sono da prevedersi fenomeni di amplificazioni del segnale sismico atteso in superficie a causa di fenomeni di rifrazione delle onde incidenti alla superficie topografica.

La distribuzione delle aree di pericolosità sismica locale individuate all'interno del territorio esaminato è mostrata nella **Tavola 5** redatta in scala 1:5.000.

8.7 APPROFONDIMENTI SISMICI DI SECONDO LIVELLO

8.7.1 AMBITI Z4A

Per gli ambiti Z4a l'analisi sismica di 2° livello prevista dall'All. 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.", consiste in una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi e si concretizza con una stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di Amplificazione (Fa). La valutazione del fattore Fa permette di "quantificare" l'effetto prodotto dalle condizioni litostratigrafiche locali in grado di modificare l'intensità delle onde sismiche generate da un terremoto (pericolosità di base).

La procedura prevede il confronto del valore di Fa caratteristico dell'area (Fa_sito) rispetto al valore caratteristico del territorio comunale in cui l'area è inserita (detto "di soglia" Fa_soglia), definito da Regione Lombardia in funzione della categoria sismica di sottosuolo. Tale confronto consente l'individuazione di aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fattore di amplificazione Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale). Per tali aree, in fase di progettazione, si dovrà procedere ad indagini ed approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5s (strutture basse, regolari e piuttosto rigide) e 0.5-1.5s (strutture più alte e flessibili) in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale.

L'applicazione della metodologia di cui sopra al territorio comunale di Pavia ha comportato i seguenti passi:

- Raccolta ed analisi delle indagini simiche disponibili per il territorio comunale;
- Esecuzione di indagini sismiche integrative, consistenti in misure di microtremore ambientale finalizzate alla misura sperimentale del periodo proprio di sito T_0 ;
- Determinazione dei valori di V_{Seq} in corrispondenza dei siti di indagine e della categoria simica di sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/18;
- Individuazione della scheda di analisi semplificata rappresentativa per il caso analizzato, scelta tra quelle messe a disposizione da Regione Lombardia sulla base delle caratteristiche litologiche e sismostratigrafiche del sito;
- Determinazione del periodo proprio di sito in corrispondenza dei siti di indagine;
- Calcolo del fattore di amplificazione locale F_{ac} e confronto con i valori di soglia comunale F_{as} definiti da Regione Lombardia in funzione della categoria sismica di sottosuolo.

8.7.1.1 Indagini simiche di riferimento

Le indagini sismiche utilizzate per i successivi approfondimenti di analisi sono consistite in:

- n° 17 prospezioni sismiche di superficie con tecnica MASW condotte nell'ambito dello studio per il previgente PGT (codici da 1 a 17)
- n° 1 prospezione sismica Cross-Hole, n° 1 prospezione sismica HVSR e n°12 prospezioni sismiche MASW messe a disposizione dalla amministrazione comunale e relative a pratiche edilizie successive alla approvazione del previgente PGT (codici da 104 a 119);
- n° 75 prospezioni sismiche HVSR integrative condotte nell'ambito del presente studio (codici da 1 a 75 – Si precisa che le prime 17 prospezioni HVSR integrative sono state ubicate in corrispondenza delle prospezioni MASW di cui al previgente PGT e sono pertanto indicate dal medesimo codice identificativo)

L'ubicazione di tutte le indagini sismiche di riferimento è mostrata nella **Tavola 6** allegata al presente documento.

Le schede di campagna e i report interpretativi delle prospezioni HVSR integrative sono mostrati in dettaglio negli **Allegati 5.7** e **5.8**.

8.7.1.2 Determinazione del valore di V_{Seq} e della categoria sismica di sottosuolo

La categoria sismica di sottosuolo è stata definita in funzione del valore di $V_{S,eq}$ misurato in sito mediante le indagini sismiche di riferimento.

Sulla base delle stratigrafie delle velocità di propagazione delle onde di taglio definita per ogni sito di indagine è possibile definire un valore di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ secondo la seguente espressione, in accordo al D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni":

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove H rappresenta la profondità del substrato sismico, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto addensato caratterizzata da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio V_S non inferiori a 800 m/s e h_i e $V_{S,i}$ rappresentano

rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio di ciascuno strato. Nel caso in cui la profondità del substrato H sia superiore a 30 m dal piano di riferimento la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo H pari a 30 nella precedente espressione e considerando le velocità di propagazione dei diversi strati di terreno fino a tale profondità. Nel caso in esame in tutte le prospezioni simiche condotte il bedrock sismico non è mai stato individuato a profondità inferiori a 30 m e si sono ottenuti i valori di $V_{S,eq}$ di seguito indicati assieme alla corrispondente categoria simica di sottosuolo:

<i>Verticale di indagine</i>	$V_{S,eq}$ [m/s]	<i>Categoria sismica</i>
1	480	B
2	509	B
3	471	B
4	331	C
5	267	C
6	258	C
7	270	C
8	477	B
9	404	B
10	448	B
11	449	B
12	466	B
13	516	B
14	508	B
15	278	C
16	444	B
17	264	C
104	292	C
105	246	C
106	286	C
107	423	B
108	290	C
111	293	C
112	359	C
113	286	C
114	293	C
115	267	C
116	292	C
117	298	C
118	338	C
119	211	C

Tabella 8.6 – Valori di $V_{S,eq}$ e categoria sismica

A partire dai valori ottenuti in corrispondenza dei siti di indagine si è poi proceduto al tracciamento di curve ad isovelocità equivalenti mediante l'algoritmo di calcolo tin di Arcgis (*triangular irregular network*) con parametri standard e con intervalli di velocità equivalente pari a 90 m/s nel campo compreso tra 180 e 540 m/s.

La distribuzione delle velocità equivalenti V_{seq} e delle categorie sismiche di sottosuolo all'interno del territorio comunale di Pavia è mostrata nella **Tavola 7** allegata al presente documento.

8.7.1.3 Individuazione delle schede di valutazione semplificata

In accordo alla procedura regionale di cui all'allegato 5 della D.G.R. n° IX/2616/2001 la scelta delle schede di analisi semplificata si è basata sulla granulometria prevalente dei depositi superficiali e sulla individuazione della profondità del bedrock sismico. In merito a tale aspetto si evidenzia che le prospezioni MASW disponibili non hanno mai raggiunto il livello sismico di base con la sola eccezione dei siti di indagine 7 e 13 in corrispondenza dei quali è stato possibile eseguire stendimenti di maggiore lunghezza in grado di restituire informazioni relative a profondità maggiori, seppur con minor dettaglio; in tali siti di indagine il bedrock sismico è stato individuato alla profondità di 125 e 80 m da pc. rispettivamente.

Utile indicazione in merito alla localizzazione del bedrock sismico sono desumibili anche dai risultati delle prospezioni HVSR integrative che hanno evidenziato l'assenza di significativi contrasti di impedenza all'interno dei depositi superficiali e valori di periodo fondamentale T_0 compresi tra 1.1 e 1.9 secondi riferibili quindi a profondità dell'ordine del centinaio di metri.

Facendo riferimento alla struttura geologica del sottosuolo pavese il bedrock sismico può essere individuato in corrispondenza della superficie di inconformità Y di *Scardia et alii (2012)*, datata a 0.45 Ma e riferibile al Pleistocene medio, corrispondente alla superficie QC3 di ISPRA (2015) ed alla base del Gruppo Acquifero A di Regione Lombardia ed ENI (2002), che nell'area di Pavia si individua a profondità comprese tra 120 e 140 m.

Nel grafico seguente le stratigrafie di V_s disponibili sono sovrapposte alle curve che definiscono il campo di esistenza delle schede di riferimento regionali.

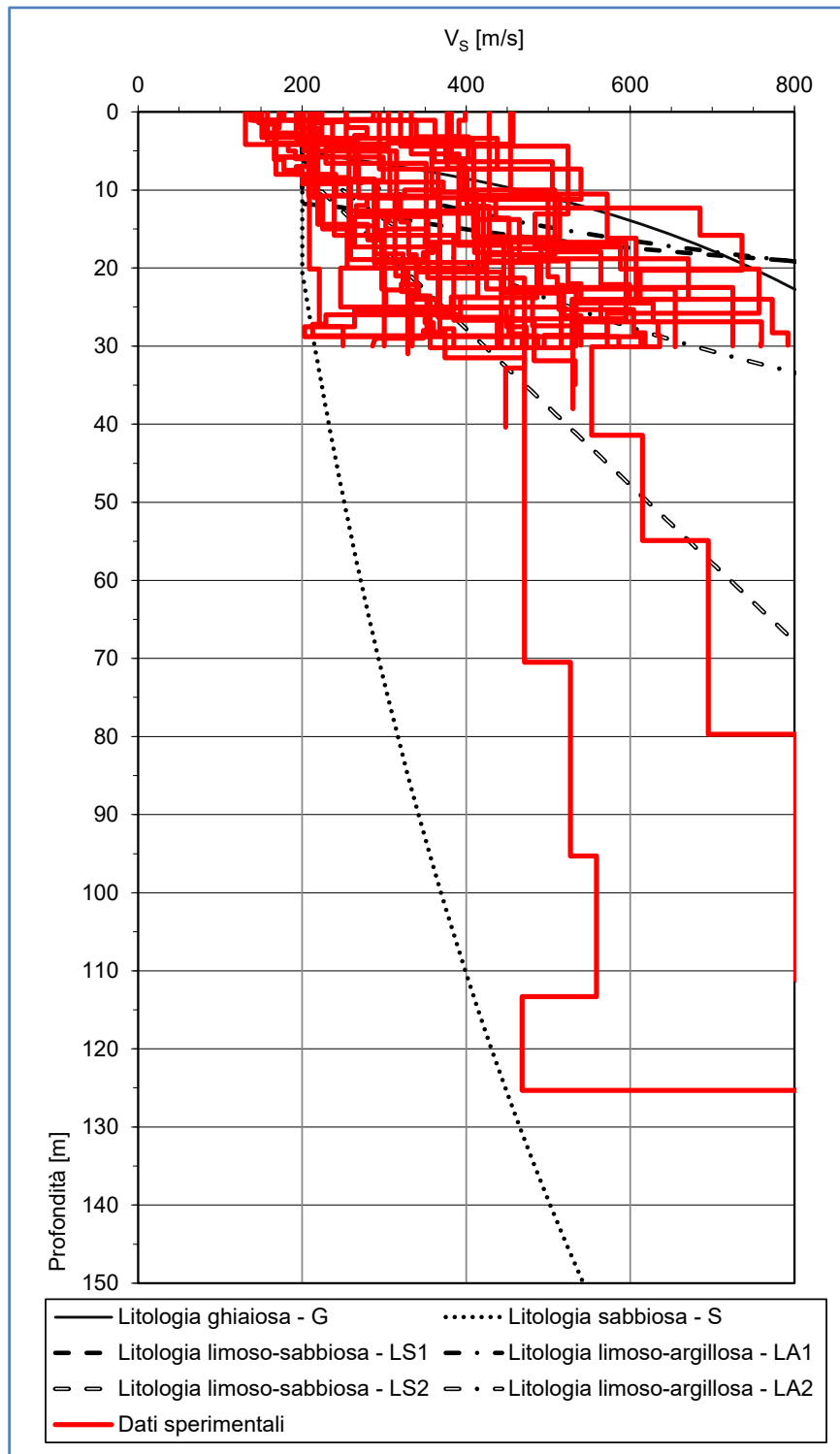


Figura 8.18 – Stratigrafia di V_s sitospecifica e curve di riferimento regionali

Sulla base della granulometria prevalente dei depositi che caratterizzano il sottosuolo pavese e delle considerazioni sopra esposte si è individuata quale scheda di riferimento per le analisi semplificate relative all'intero territorio comunale la scheda di seguito indicata:

Scheda di valutazione
 S - Litologia sabbiosa

La scheda utilizzata per le successive elaborazioni è riportata di seguito:

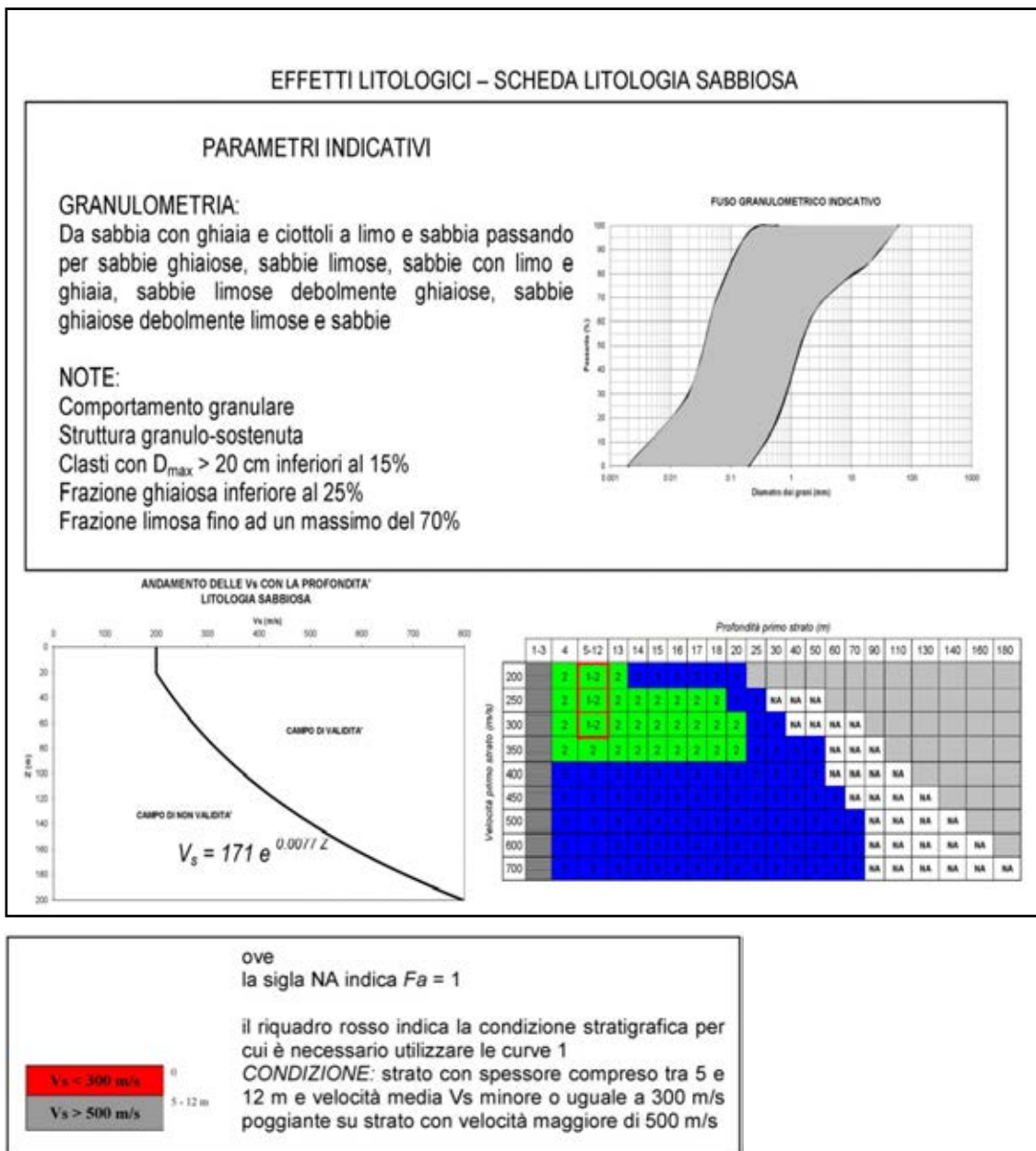


Figura 8.19 – Scheda di valutazione adottata

8.7.1.4 Determinazione del periodo proprio di sito

Per il calcolo del periodo proprio di sito T , necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, occorre considerare la stratigrafia di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s fino alla profondità a cui si raggiunge un valore pari a o superiore a 800 m/s.

Nel caso in esame tali informazioni sono disponibili solamente per i siti di indagine 7 e 13 che hanno individuato il bedrock sismico alla profondità di 125 e 80 m rispettivamente.

Per il calcolo del periodo proprio di sito la direttiva regionale prevede l'utilizzo della seguente relazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{Si} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)} - eq.1$$

Tale approccio di calcolo non risulta tuttavia conforme a quanto definito negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – ICMS 2008 – e nel DM 17/01/18 che fanno riferimento alla seguente relazione che, a differenza di quella adottata nella procedura regionale, assicura il rispetto della condizione di invarianza di tempo:

$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n V_{Si}} \right)} - eq.2$$

Per una più precisa definizione del periodo proprio di sito si è fatto riferimento ai risultati delle prospezioni sismiche integrative HVSR che ne hanno reso possibile la misura sperimentale diretta.

I risultati ottenuti nelle prospezioni HVSR condotte sono riportati in dettaglio nell'**Allegato 5.8** al presente documento e sono sintetizzati nella seguente tabella, in cui per i siti 7 e 13 sono mostrati per confronto anche i valori calcolati con le due relazioni sopra riportate.

Codice	T _{0-HVSR} [s]	T _{0-eq. 1} [s]	T _{0-eq. 2} [s]	Codice	T _{0-HVSR} [s]	T _{0-eq. 1} [s]	T _{0-eq. 2} [s]	Codice	T _{0-HVSR} [s]	T _{0-eq. 1} [s]	T _{0-eq. 2} [s]
1	1,33	-	-	26	1,33	-	-	51	1,69	-	-
2	1,59	-	-	27	1,59	-	-	52	1,59	-	-
3	1,59	-	-	28	1,23	-	-	53	1,69	-	-
4	1,45	-	-	29	1,69	-	-	54	1,45	-	-
5	1,59	-	-	30	1,39	-	-	55	1,33	-	-
6	1,28	-	-	31	1,89	-	-	56	1,39	-	-
7	1,10	1,12	1,21	32	1,33	-	-	57	1,23	-	-
8	1,59	-	-	33	1,59	-	-	58	1,59	-	-
9	1,59	-	-	34	1,28	-	-	59	1,59	-	-
10	1,33	-	-	35	1,59	-	-	60	1,59	-	-
11	1,79	-	-	36	1,28	-	-	61	1,69	-	-
12	1,39	-	-	37	1,59	-	-	62	1,59	-	-
13	1,39	0,53	0,55	38	1,23	-	-	63	1,69	-	-
14	1,39	-	-	39	1,69	-	-	64	1,59	-	-
15	1,45	-	-	40	1,59	-	-	65	1,59	-	-
16	1,69	-	-	41	1,79	-	-	66	1,28	-	-
17	1,33	-	-	42	1,59	-	-	67	1,19	-	-
18	1,69	-	-	43	1,59	-	-	68	1,59	-	-
19	1,39	-	-	44	1,28	-	-	69	1,45	-	-
20	1,33	-	-	45	1,33	-	-	70	1,59	-	-
21	1,69	-	-	46	1,45	-	-	71	1,28	-	-
22	1,39	-	-	47	1,39	-	-	72	1,23	-	-
23	1,10	-	-	48	1,33	-	-	73	1,33	-	-
24	1,59	-	-	49	1,59	-	-	74	1,39	-	-
25	1,39	-	-	50	1,59	-	-	75	1,23	-	-

Tabella 8.7 – Valori di T₀

A partire dai valori ottenuti in corrispondenza dei siti di indagine si è poi proceduto al tracciamento di isolinee mediante l'algoritmo di calcolo tin di Arcgis (*triangular irregular network*) con parametri standard e con intervalli di periodo paria 0.2 s nel campo compreso tra 1 e 2 s.

La distribuzione del periodo fondamentale di sito T₀ all'interno del territorio comunale di Pavia è mostrata nella **Tavola 8** allegata al presente documento.

8.7.1.5 *Calcolo del fattore di amplificazione locale Fac e confronto con i valori di soglia*

Per il calcolo fattore di amplificazione litologico locale è necessario individuare dapprima lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale, definito come il primo strato a partire da piano campagna avente spessore minimo di 4 m. Qualora non si dovesse riconoscere un primo strato di spessore adeguato è necessario procedere alla individuazione di uno strato superficiale equivalente avente spessore adeguato ottenuto sommando gli strati individuati con le indagini sismiche; a tale strato si assegna una velocità di propagazione delle onde di taglio pari alla media pesata delle velocità dei singoli strati che lo costituiscono.

Sulla base dei valori di spessore e velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale si individuano le equazioni da impiegare per il calcolo del valore di Fa per

strutture aventi periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s e per strutture aventi periodo proprio compreso tra 0.5 e 1.5 s sulla base della seguente scheda di valutazione.

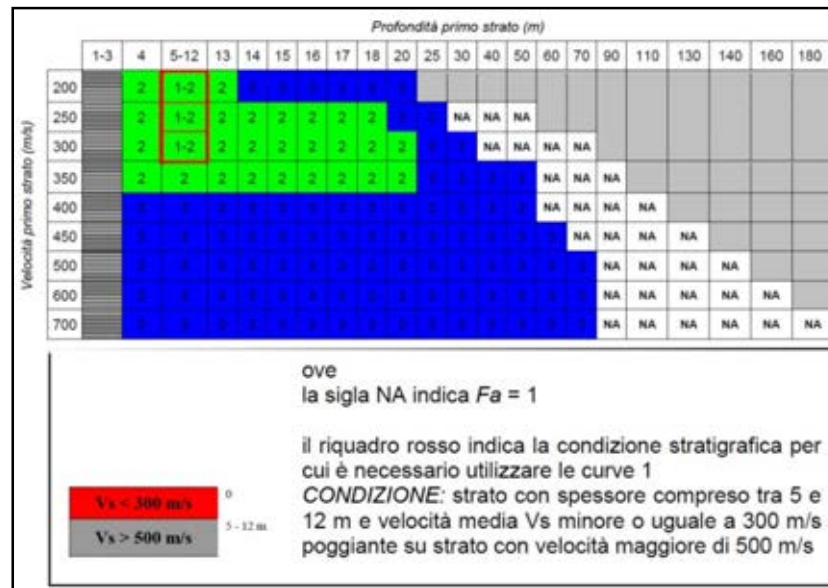


Figura 8.20– Scheda regionale per analisi sismica semplificata di 2° livello

Le equazioni di riferimento sono mostrate di seguito:

Strutture aventi periodo proprio T compreso tra 0.1 e 0.5 s

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$	$0.50 < T \leq 1.00$	$T > 1.00$
	$F_{a_{0.1-0.5}} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$	$0.45 < T \leq 0.80$	$T > 0.80$
	$F_{a_{0.1-0.5}} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$	$0.50 < T \leq 0.55$	$T > 0.55$
	$F_{a_{0.1-0.5}} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 1.00$

Strutture aventi periodo proprio T compreso tra 0.5 e 1.5 s

Curva			
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$		
	$F_{a_{0.5-1.5}} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$		
2	3	$0.08 \leq T < 0.80$	$0.80 \leq T \leq 1.80$
		$F_{a_{0.5-1.5}} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$	$F_{a_{0.5-1.5}} = 1.73 - 0.61 \ln T$

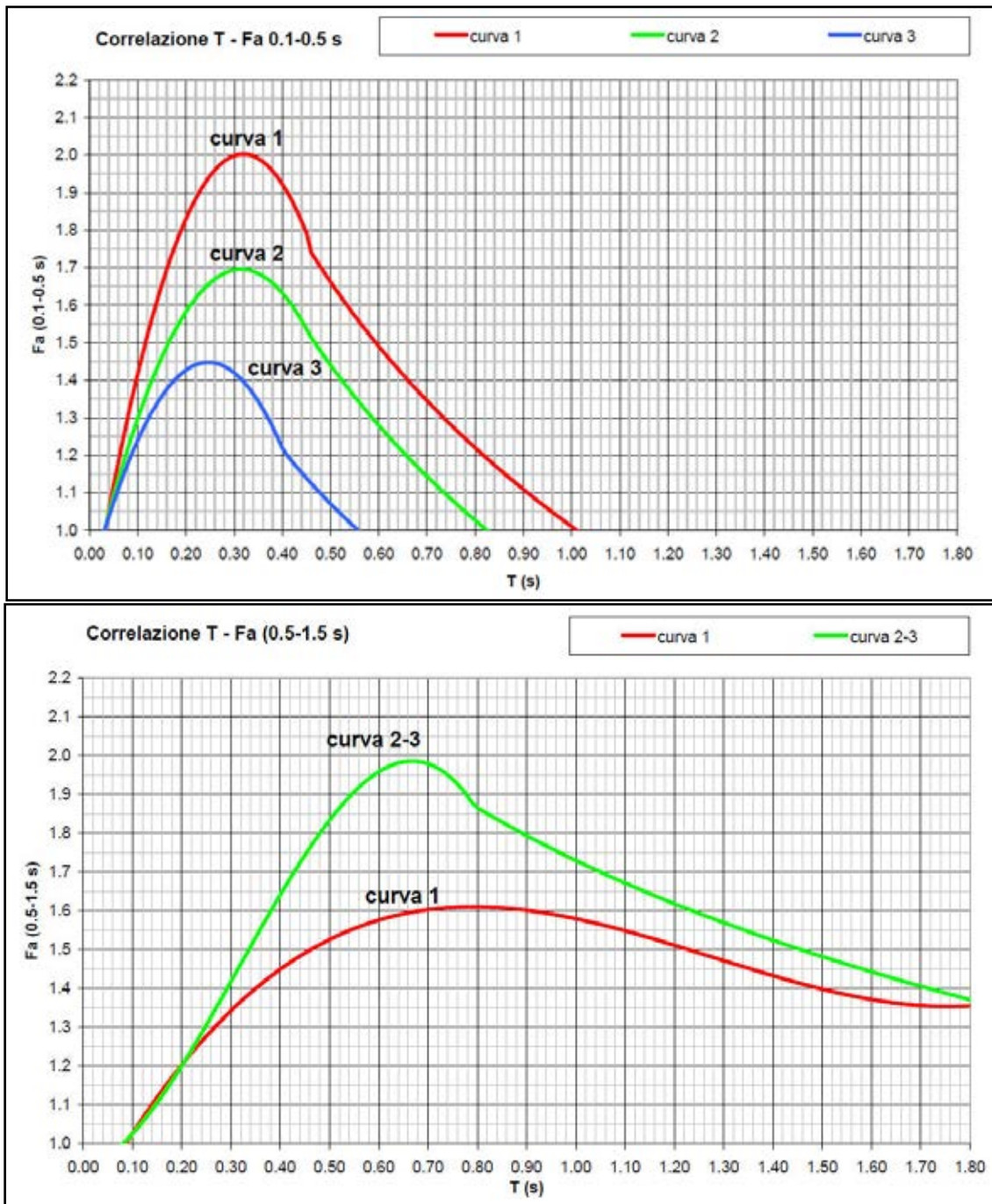


Figura 8.21– Curve per il calcolo del coefficiente di amplificazione Fa

Utilizzando le equazioni sopra riportate a partire dai valori di periodo proprio di sito precedentemente calcolati si sono determinati i valori del coefficiente di amplificazione litologica Fa. Tali valori, arrotondati alla prima cifra decimale, e tenendo conto della variabilità statistica pari a ± 0.1 come precisato nella procedura regionale, sono stati messi a confronto con i valori di soglia definiti da Regione Lombardia per il comune di Pavia

differenziati per categoria di suolo di fondazione e per periodo, riportati nelle seguenti tabelle:

VALORI DI Fa DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1 E 0.5s				
Comune	Suolo di tipo B	Suolo di tipo C	Suolo di tipo D	Suolo di tipo E
Pavia	1,4	1,9	2,2	2,0

Tabella 8.8 – Coefficienti di amplificazione di soglia comunale Fas

VALORI DI Fa DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5 E 1.5s				
Comune	Suolo di tipo B	Suolo di tipo C	Suolo di tipo D	Suolo di tipo E
Pavia	1,7	2,4	4,2	3,1

Tabella 8.9 – Coefficienti di amplificazione di soglia comunale Fas

Le schede di analisi per ciascun sito di indagine sono riportate in dettaglio nell'**Allegato 5.9** al presente documento e sono sintetizzati nella seguente tabella che evidenzia l'assenza di superamento del valore di soglia comunale per entrambe le periodicità in tutti i siti di indagine.

Pertantoper l'intero territorio comunale le azioni sismiche di progetto potranno essere determinate a mezzo della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi.

Codice	V _{Seq} [m/s]	Cat	Z _b [m]	T _{0-eq,1} [s]	T _{0-eq,2} [s]	T _{0-HVSR} [s]	F _{ac}		F _{as}		F _{ac} > F _{as}	
							(0,1-0,5) [-]	(0,5-1,5) [-]	(0,1-0,5) [-]	(0,5-1,5) [-]	(0,1-0,5) [-]	(0,5-1,5) [-]
1	480	B		-	-	1,33	1,00	1,56	1,4	1,7	no	no
2	509	B		-	-	1,59	1,00	1,45	1,4	1,7	no	no
3	471	B		-	-	1,59	1,00	1,45	1,4	1,7	no	no
4	331	C		-	-	1,45	1,00	1,50	1,9	2,4	no	no
5	267	C		-	-	1,59	1,00	1,45	1,9	2,4	no	no
6	258	C		-	-	1,28	1,00	1,58	1,9	2,4	no	no
7	270	C	125	1,12	1,21	1,10	1,00	1,67	1,9	2,4	no	no
8	477	B		-	-	1,59	1,00	1,45	1,4	1,7	no	no
9	404	B		-	-	1,59	1,00	1,37	1,4	1,7	no	no
10	448	B		-	-	1,33	1,00	1,56	1,4	1,7	no	no
11	449	B		-	-	1,79	1,00	1,37	1,4	1,7	no	no
12	466	B		-	-	1,39	1,00	1,53	1,4	1,7	no	no
13	516	B	80	0,53	0,55	1,39	1,00	1,53	1,4	1,7	no	no
14	508	B		-	-	1,39	1,00	1,53	1,4	1,7	no	no
15	278	C		-	-	1,45	1,00	1,50	1,9	2,4	no	no
16	444	B		-	-	1,69	1,00	1,41	1,4	1,7	no	no
17	264	C		-	-	1,33	1,00	1,56	1,9	2,4	no	no
104	292	C		-	-	1,39	1,00	1,53	1,9	2,4	no	no
105	246	C		-	-	1,33	1,00	1,56	1,9	2,4	no	no
106	286	C		-	-	1,39	1,00	1,53	1,9	2,4	no	no
107	423	B		-	-	1,33	1,00	1,56	1,4	1,7	no	no
108	290	C		-	-	1,39	1,00	1,53	1,9	2,4	no	no
111	293	C		-	-	1,69	1,00	1,41	1,9	2,4	no	no
112	359	C		-	-	1,59	1,00	1,45	1,9	2,4	no	no
113	286	C		-	-	1,59	1,00	1,45	1,9	2,4	no	no
114	293	C		-	-	1,39	1,00	1,53	1,9	2,4	no	no
115	267	C		-	-	1,10	1,00	1,67	1,9	2,4	no	no
116	292	C		-	-	1,39	1,00	1,53	1,9	2,4	no	no
117	298	C	164	1,51	1,57	1,69	1,00	1,41	1,9	2,4	no	no
118	338	C		-	-	1,69	1,00	1,41	1,9	2,4	no	no
119	211	C		-	-	1,45	1,00	1,50	1,9	2,4	no	no

Tabella 8.10 – Analisi di II livello - Risultati

A partire dai valori ottenuti in corrispondenza dei siti di indagine si è poi proceduto al tracciamento di isolinee mediante l'algoritmo di calcolo tin di Arcgis (*triangular irregular network*) con parametri standard e con intervalli di Fac pari a 0.1 nel campo compreso tra 1.0 e 1.5 per l'intervallo di periodicità 0.1-0.5 s e tra 1.3 e 1.8 per l'intervallo di periodicità 0.5-1.5 s.

La distribuzione dei fattori di amplificazione Fac all'interno del territorio comunale di Pavia per le periodicità 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s è mostrata nelle Tavole **9** e **10** allegate al presente documento.

Le analisi condotte hanno evidenziato l'assenza di superamento del valore di soglia comunale per entrambe le periodicità in tutti i siti di indagine. Pertanto, per l'intero territorio comunale, le azioni sismiche di progetto potranno essere determinate a mezzo della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi.

8.7.2 **AMBITI Z3A**

Per gli scenari PSL Z3a (effetti topografici di scarpata) l'analisi sismica di 2° livello prevista dall'All. 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.", prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, consentendo di verificare se l'analisi di risposta sismica locale semplificata di cui al D.M. 17/01/18, risulta sufficiente o insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fattore di amplificazione F_a calcolato superiore al valore di amplificazione topografica S_T definito dal DM 17/01/18).

Per la verifica degli effetti topografici (punto 2.2.1 dell'Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.") tramite l'impiego delle schede predisposte dalla Regione Lombardia, oltre alla stratigrafia delle V_S è necessaria l'acquisizione di elementi morfometrici direttamente rilevabili dalla cartografia di base. Si è pertanto proceduto alla ripermimetrazione degli ambiti di scarpata già definiti nell'ambito dell'approfondimento di I livello del previgente PGT definendo con maggior dettaglio il ciglio di scarpata di altezza superiore a 10 m e la relativa area di influenza, il cui limite di valle coincide con il piede del versante, ed è estesa a monte secondo quanto definito nella seguente tabella contenuta nella citata D.G.R..

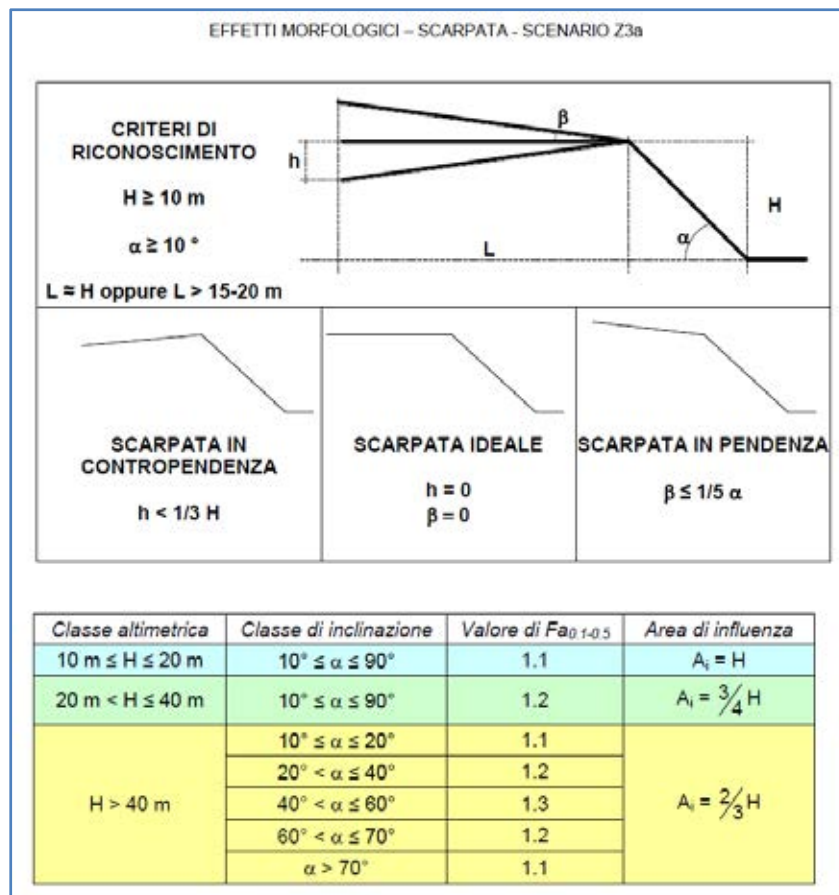


Tabella 8.11 – Analisi di II livello ambito di scarpata

Nel caso in esame la scarpata individuata rientra nella classe di altezza compresa tra 10 e 20 m e pertanto il fattore di amplificazione F_a risulta compreso tra 1.1 in corrispondenza del ciglio e 1.0 al limite esterno dell'area di influenza, con decremento lineare.

Il valore così calcolato, a cui va associata una variabilità statistica di ± 0.1 in accordo alla procedura regionale, va posto a confronto con i valori del coefficiente St definiti nelle tabelle 3.2.III e 3.2.V e di seguito sintetizzati.

Categoria	St [-]	H [m]	i [°]	Caratteristiche topografiche
T1	1.0	> 30	< 15	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati
T2	1.2		> 15	Pendii
T3	1.2		15 - 30	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base
T4	1.4		> 15	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base

Tabella 8.12 – Valori del fattore St – DM 17/01/18

Poiché la scarpata in esame ha una altezza inferiore a 30 m ai sensi del DM 17/01/18 il fattore di amplificazione topografica St assume valore unitario.

Considerando la variabilità statistica sopra definita pertanto per l'ambito Z3a analizzato non si evidenziano condizioni di superamento del valore di soglia e l'azione sismica di progetto potrà essere determinata a mezzo della procedura semplificata di cui al D.M. 17/01/18 assumendo un coefficiente St unitario, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi.

La distribuzione dei fattori di amplificazione F_a all'interno degli ambiti Z3a è mostrata nella **Tavola 11** allegata al presente documento.

8.7.3 AMBITI Z2A

Per tali ambiti i criteri definiti dall'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 n° IX/2616 prevedono l'esecuzione di approfondimento di III livello da condurre in sede progettuale attraverso cui pervenire alla determinazione dei possibili cedimenti che si possono verificare sia in presenza di terreni granulari fini saturi sia in presenza di terreni granulari fini asciutti.

Per semplicità e con approssimazione accettabile, salvo casi di morfologia con forti pendenze e stratigrafie molto variabili in direzione orizzontale, per la stima dei cedimenti indotti dall'azione sismica si potrà far riferimento alle condizioni edometriche. Il cedimento permanente indotto dall'azione sismica in corrispondenza di una verticale di esplorazione sarà ottenuto come somma dei contributi stimati per i diversi strati del sottosuolo, fino alla profondità alla quale tali contributi non sono più significativi. Il cedimento permanente post-sismico può essere stimato con l'equazione:

$$s = \sum_{i=1}^n \epsilon_{vi} \cdot \Delta_{zi}$$

dove:

ε_{vi} = cedimento dello strato i-esimo

Δ_{zi} = spessore dello strato i-esimo

La stima del cedimento indotto dalla sollecitazione sismica potrà essere ottenuta facendo riferimento ai risultati di prove penetrometriche statiche o dinamiche ricorrendo a metodi di analisi disponibili nella letteratura geotecnica di settore tra cui si citano, a solo titolo di esempio, il metodo di *Idriss e Boulanger, 2008* per i terreni granulari saturi, ed il metodo di *Pradel, 1998* per i terreni granulari insaturi.

L'ammissibilità dei cedimenti ottenuti e la necessità di eventuali interventi di mitigazione dovranno essere esplicitamente analizzate nella relazione geotecnica di progetto.

8.7.4 AMBITI Z2B

Le modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016 precisano i criteri definiti dall'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 n° IX/2616 da utilizzare per l'esecuzione di analisi di approfondimento sismico negli ambiti territoriali appartenenti alle zone di pericolosità sismica locale Z2b individuati con gli studi di base redatti in ambito di PGT; secondo quanto precisato da tali schede l'analisi di approfondimento per la valutazione della potenziale liquefacibilità dei terreni di fondazione comporta 3 successivi gradi di approfondimento che conducono in definitiva alla determinazione del potenziale di liquefazione I_L dal cui valore discende la individuazione della strategia di intervento. Tale approfondimento viene qui condotto per gli ambiti Z2b definiti nello studio di approfondimento di I livello.

8.7.4.1 Suscettibilità alla liquefazione - Generalità

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso-limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino a che la nuova configurazione del terreno non è compatibile con la diminuita resistenza al taglio.

I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di aging.

Durante un evento sismico vengono indotte nel terreno sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la tensione geostatica rimane invariata. In conseguenza dell'applicazione di sollecitazioni cicliche, la struttura granulare del terreno tende a diventare più compatta, ma essendo molto più compressibile dell'acqua, la sollecitazione viene trasmessa all'acqua interstiziale. Se l'incremento della pressione interstiziale è tale da raggiungere il valore della tensione geostatica di confinamento,

il terreno inizia a subire deformazioni, la cui entità dipende essenzialmente dal suo grado di addensamento.

Se il terreno ha una modesta densità relativa la pressione interstiziale aumenterà molto rapidamente fino a valori prossimi a quelli della tensione geostatica di confinamento e il terreno comincerà a subire grosse deformazioni, con totale annullamento della resistenza a taglio.

Se il terreno viceversa è addensato, esso potrà avere alla fine dei cicli di carico una pressione interstiziale pari alla tensione geostatica di confinamento ma, poiché i terreni addensati si deformano con aumento di volume per il fenomeno della dilatanza, la pressione interstiziale subirà una brusca caduta e il terreno riuscirà a sviluppare una resistenza a taglio sufficiente a sostenere le sollecitazioni applicate.

Poiché la tensione geostatica aumenta con la profondità mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce, ne consegue che la resistenza alla liquefazione di un terreno cresce con la profondità. Numerose evidenze sperimentali dimostrano infatti che il fenomeno della liquefazione può generarsi fino a profondità massime di circa 20 m.

Occorre inoltre considerare che il terreno può essere soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie; in tali condizioni l'innescò del fenomeno della liquefazione è condizionato anche dal rapporto tra le tensioni di taglio indotte dalla sollecitazione sismica e quelle statiche preesistenti.

La resistenza alla liquefazione è infine influenzata dall'entità dei legami intergranulari e di cementazione connessi a fenomeni di aging che si sviluppano nel tempo. Inoltre la struttura di un deposito antico è in genere più stabile per gli effetti di ripetute sollecitazioni cicliche subite nel tempo che, qualora non abbiano dato luogo a fenomeni di liquefazione, avranno prodotto un significativo incremento della resistenza a taglio ciclica.

In caso di accertata liquefacibilità del terreno di fondazione occorrerà valutare le deformazioni indotte e le conseguenze delle stesse sulla funzionalità delle opere previste in progetto.

8.7.4.2 Primo grado di approfondimento

Ai sensi delle modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016 il primo grado di approfondimento comporta l'accertamento dell'assenza di elementi predisponenti e scatenanti il fenomeno precisando che i terreni sono da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico ed il sito è da considerarsi stabile quando si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

1. la magnitudo dell'evento sismico atteso è inferiore a 5
2. l'accelerazione massima attesa a piano campagna in condizioni di free-field è inferiore a 0.1 g;
3. la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m da p.c.;
4. sono presenti depositi sabbiosi puliti con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata $(N_1)_{60}$ superiore a 30 o con resistenza penetrometrica statica normalizzata $q_{c1N} > 180$;

5. sono presenti terreni con distribuzione granulometrica esterna ai limiti indicati nel grafico seguente

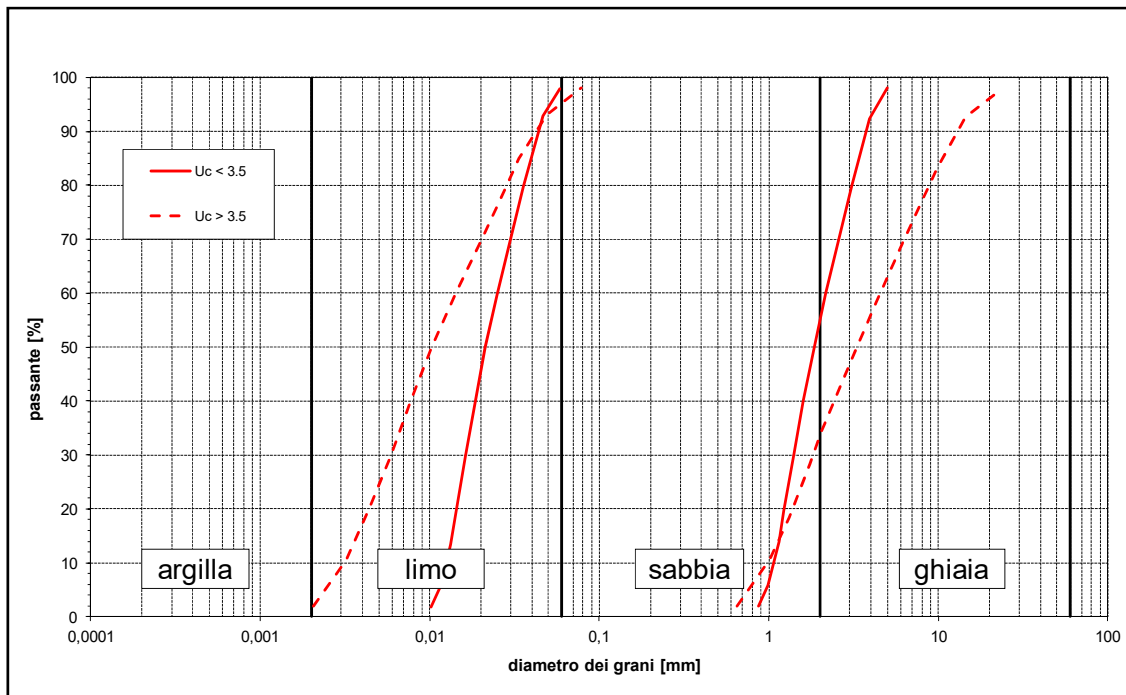


Figura 8.22 – Campo di liquefacibilità potenziale

Nel caso in esame si osserva che:

- la magnitudo massima dell'evento sismico atteso è superiore a 5.0;
- la profondità media stagionale della falda è inferiore a 15 m da p.c.;
- le resistenze penetrometriche normalizzate sono localmente inferiori ai valori di soglia indicati;
- la distribuzione granulometrica dei terreni saturi è in parte interna ai campi di liquefacibilità potenziale sopra definiti.

Al fine di valutare con maggior dettaglio la possibile occorrenza del fenomeno della liquefazione all'interno delle aree Z2b individuate al primo livello di approfondimento si è pertanto proceduto alla determinazione della distribuzione dei valori di accelerazione massima al suolo per eventi con tempo di ritorno di 475 anni per circoscrivere gli ambiti di superamento del valore di soglia di 0.1 g.

A tale scopo i valori di accelerazione di base al bedrock definiti ai nodi della griglia di riferimento nazionale con passo di 0.02° pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> sono stati moltiplicati per il valore del fattore di amplificazione stratigrafica S_s definiti nella tabella 3.2.IV del D.M. 17/01/18 in funzione della categoria sismica di sottosuolo precedentemente determinata.

La distribuzione spaziale di valori di a_{max} ottenuti, risultati compresi tra 0.07 e 0.12 g, è mostrata nella **Tavola 12** allegata al presente documento.

I valori di accelerazione massima al suolo così determinati sono stati poi sovrapposti agli ambiti di liquefacibilità potenziale Z2b al fine di evidenziare le aree caratterizzate da valori di accelerazione al suolo superiori a 0.1 g, soglia oltre la quale il fenomeno non può essere escluso, la cui localizzazione spaziale è mostrata nella **Tavola 13** allegata al presente documento.

All'interno di tali ambiti si dovrà pertanto procedere in sede progettuale ad ulteriori gradi di approfondimento di indagine e di analisi secondo le modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016. In particolare avendo accertato la presenza dei fattori predisponenti e dei fattori scatenanti si dovrà procedere in prima istanza alla esecuzione del secondo grado di approfondimento attraverso i seguenti passi:

1. esecuzione di prove penetrometriche dinamiche continue o di prove statiche per la determinazione sperimentale sitospecifica del parametro di resistenza ciclica CRR lungo la verticale, scalato in funzione della magnitudo del sisma di progetto e corretto per il contenuto di fini FC di cui al punto successivo;
2. prelievo di campioni di terreno per la determinazione sperimentale della frazione di fini FC lungo la verticale o in alternativa sua determinazione sulla base dei risultati di prove penetrometriche statiche con punta elettrica o con piezocono;
3. calcolo del rapporto di sollecitazione ciclica generato dal sisma di progetto CSR lungo la verticale;
4. calcolo del fattore di sicurezza locale alla liquefazione $FSL = CRR/CSR$ lungo la verticale;

Nel caso in cui il valore di FSL risulti ≥ 1.0 lungo tutta la verticale di calcolo il sito potrà essere considerato stabile nei confronti dei fenomeni di liquefazione; diversamente occorrerà procedere al terzo grado di approfondimento ai sensi delle modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016 che comporta la determinazione del potenziale di liquefazione P_L in accordo alla seguente relazione:

$$P_L = \sum F_{(z)} \cdot w_{(z)} \cdot h_i \text{ (Iwasaki et al., 1982)}$$

dove:

$F_{(z)}$ = funzione del fattore di sicurezza locale alla liquefazione FSL

$w_{(z)}$ = funzione della profondità;

h_i = spessore dello strato considerato

il valore di $F_{(z)}$ risulta pari a:

$$F_{(z)} = 0 \text{ per } FSL \geq 1$$

$$F_{(z)} = 1 - FSL \text{ per } FSL < 1$$

mentre la funzione di profondità $w_{(z)}$ si calcola in accordo alla:

$$w_{(z)} = 10 - 0.5z$$

conz = profondità [m]

La sommatoria andrà estesa fino alla profondità di 20 m, oltre la quale il fenomeno di liquefazione può essere escluso.

Con tale procedura è possibile tenere conto dello spessore dei singoli livelli di terreno soggetti a liquefazione e della loro distanza dalla superficie libera superiore determinando così le condizioni di sicurezza del sito e le possibili ripercussioni in superficie dei singoli livelli liquefacibili.

Il valore di P_L può variare tra 0 e 100, e sulla base del suo valore si può stabilire l'entità del rischio di liquefazione secondo la seguente tabella:

P_L	Rischio di liquefazione
$P_L = 0$	nullo
$0 < P_L \leq 5$	basso
$5 < P_L \leq 15$	alto
$P_L > 15$	molto alto

Tabella 8.13– individuazione del rischio di liquefazione

Il valore di $P_L = 5$ rappresenta la soglia oltre la quale il fenomeno della liquefazione risulta significativo ai fini ingegneristici.

Sulla base del valore assunto dal potenziale di liquefazione la citata procedura regionale prevede le seguenti possibilità:

P_L	Ulteriori approfondimenti richiesti
$P_L \leq 2$	Sito stabile – Nessun approfondimento
$2 < P_L \leq 5$	Verifica di ammissibilità del cedimento atteso
$P_L > 5$	Necessità di interventi di mitigazione del rischio

Tabella 8.14– ulteriori approfondimenti

L'ammissibilità dei cedimenti ottenuti e la necessità di eventuali interventi di mitigazione dovranno essere esplicitamente analizzate nella relazione geotecnica di progetto.

9 QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO

In **Tav. 6** (Carta dei vincoli) sono stati riportati i limiti delle aree sottoposte a vincolo, da riferirsi sia a normative nazionali che regionali e di seguito sintetizzate.

9.1 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

L'art. 94 del **D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152** "Norme in materia ambientale" riguarda la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e definisce la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile.

Comma 3 la zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Comma 4 La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

Comma 5 Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4 (cfr. norme geologiche di piano), preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. La regione disciplina, all'interno della zona di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- a) fognature;
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;
- d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

Comma 6 In assenza di diversa individuazione da parte delle Regione della zona di rispetto, la medesima ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La D.G.R. 6/15137/96 indica i criteri per la delimitazione della zona di rispetto, ossia:

- criterio geometrico: si assume quale zona di rispetto una superficie di raggio non inferiore a 200 m intorno alla captazione.
- criterio temporale: applicabile in caso di acquifero vulnerabile. La zona di rispetto viene individuata quale inviluppo dei punti isocroni circostanti il pozzo in condizioni di emungimento a regime con la massima portata di esercizio.
- criterio idrogeologico: applicabile in caso di acquifero protetto. L'estensione della zona di rispetto può coincidere con la zona di tutela assoluta.

L'Allegato1, punto 3 di cui alla delibera **D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693** "*Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5 – Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano*" fornisce le direttive per la disciplina delle attività (fognature, opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione, infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, pratiche agricole) all'interno delle zone di rispetto.

Nello specifico, le zone di tutela assoluta e di rispetto delle fonti di approvvigionamento idrico potabile del comune di Pavia, sono così definite:

- zona di tutela assoluta (ZTA): i pozzi pubblici attivi Lodi 2 (Ponzio), Ascheri, Mirabello e il pozzo dismesso da chiudere Arco sono ubicati entro un'area recintata ed asservita al pozzo, mentre i restanti pozzi, risultano privi di qualsiasi area specificatamente delimitata ed individuata in Tav. 6 con un'area circolare di raggio 10 m;
- Zona di rispetto (ZR): è definita con criterio geometrico (raggio = 200 m) per tutti i pozzi.

Le ubicazioni dei pozzi ad uso potabile e della Zona di Tutela Assoluta (ZTA), dove esistente, sono riportate in All. 8.

9.2 POLIZIA IDRAULICA

Il Comune di Pavia è dotato dello studio "*Ricognizione del Reticolo Idrico Minore (R.I.M.) di competenza comunale a supporto del Documento di Polizia Idraulica*" redatto da Ing. Cassani nel 8/2020 ai sensi della D.G.R. X/7581/2017. Di seguito si riportano sinteticamente i risultati dello studio, con particolare riferimento all'elaborato "*Relazione Tecnica*" e alle tavole ad essa allegate; per gli aspetti di dettaglio si rimanda al documento completo.

I dati utilizzati nel presente studio sono stati scaricati dall'applicativo digitale "RIMWEB" di Regione Lombardia".

Nel Comune di Pavia i corsi d'acqua individuati dalla Regione Lombardia come appartenenti al Reticolo Idrico Principale e riportati nell'Allegato A e B della Delibera regionale sono:

Tabella 9.1 – Reticolo idrografico principale RIP

DENOMINAZIONE	Tratto classificato come principale	N° iscr El.A.A.P.P.	Competenza
Fiume Ticino PV045	Tutto il suo corso	132	A.I.Po

I corsi d'acqua individuati dalla Regione Lombardia come appartenenti al Reticolo Idrico di competenza dei Consorzi di bonifica e riportati nell'Allegato C della Delibera regionale sono:

Tabella 9.2- Reticolo idrografico principale RIB

DENOMINAZIONE	Tratto classificato come principale	N°iscr E.I.A.A.P.P.	Competenza
Colatore Gravellone PV046	Tutto il suo corso	133	<u>Associazione Irrigazione Est Sesia</u>
Colatore Gravellone Vecchio PV046	Tutto il suo corso	133	<u>Associazione Irrigazione Est Sesia</u>
Naviglio Vecchio o Colatore Navigliaccio PV050	Tutto il suo corso	145	<u>Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi</u>
Naviglio di Pavia	Dalla intersezione di via E.Gola in Milano, sino allo sbocco in Fiume Ticino	NO	<u>Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi</u>
Roggia Marzo PV051	Tutto il suo corso	146	<u>Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi</u>
Roggia Naviglietto PV052	Tutto il suo corso	147	<u>Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi</u>
Roggia Laghetto, Colatore Vernavola, Vernavolino di Pavia PV053	Dallo sbocco in Ticino al confine comunale con SanGenesio lungo la Roggia Laghetto e Vernavola, dallo sbocco presso Cascina Monte Balbo allos caricatore a Cascina S.Paolo lungo il Vernavolino	149	<u>Consorzio di Bonifica Est Ticino-Villoresi</u>

Il reticolo idrografico di competenza comunale è costituito dai seguenti corsi d'acqua:

Tabella 9.3 – Reticolo Idrico Minore (RIM)

Denominazione	Tratto classificato come comunale	N° iscr El.A.A.P.P.
Colatore Vernavolino di Mirabello, Roggia Laghetto	Dallo sbocco in Vernavola alla ferma di Mirabello sulla Roggia Laghetto	150
Roggia Cravenza	Dallo sbocco nel Navigliaccio all'incontro dei due rami colatori con la strada vicinale della Cascinetta all'origine in riva sinistra della Roggia Campeggia in località Cascina Calderari	148
Roggia Caronino	Dallo sbocco in Vernavola in località Torretta all'origine in località Mirabello	Non Iscritto
Colatore Fuga	Dallo sbocco in Colatore Gravellone in località Chiavica allo scaricatore di troppopieno dell'impianto di sollevamento fognario di Pavia Acque s.c.a.r.l. in adiacenza all'argine di Ticino in località Via Trincherà	Non Iscritto

Il sistema idrico privato è così costituito:

1	<i>Roggia Miotta</i>
2	<i>Roggia Barcheggiana</i>
3	<i>Cavetto Borromeo</i>
4	<i>Cavo Calasco</i>
5	<i>Roggia Campeggia</i>
6	<i>Roggia Canobbio</i>
7	<i>Roggia Cantona</i>
8	<i>Roggia Carlesca</i>
9	<i>Cavo Carminati</i>
10	<i>Roggia Carona dell'Ospedale</i>
11	<i>Cavo Cavetto</i>

12	<i>Cavo del Molinazzo</i>
13	<i>Roggia Colombara</i>
14	<i>Cavo Kewenkuller</i>
15	<i>Cavo Lorini</i>
16	<i>Roggia Mischia</i>
17	<i>Roggia Mischietta</i>
18	<i>Roggia Pellegrina</i>
19	<i>Cavo Referendario</i>
20	<i>Roggia Grande</i>
21	<i>Cavo Rosio</i>
22	<i>Roggione Torre Bianca</i>
23	<i>Cavo Scaricatore</i>
24	<i>Cavo Socio</i>
25	<i>Vernavolino di San Pietro</i>

Fasce di rispetto

Il Documento di Polizia Idraulica riporta le seguenti indicazioni per le fasce di rispetto.

*Sul **Reticolo Principale (RIP)**, il compito di delimitazione delle fasce di rispetto non è di competenza comunale e pertanto non sono state sviluppate specifiche indicazioni; vanno quindi tenuti i 10 metri per ambo le sponde.*

*Le fasce di rispetto sul **Reticolo Idrico Minore (RIM)** di competenza comunale sono proposte in 10 metri.*

Tale distanza è da intendersi come misurata dalla sommità della sponda incisa ed è stata scelta in quanto permette di garantire l'accessibilità del corso d'acqua per fini di manutenzione, di fruizione e di riqualificazione ambientale assicurando un margine di sicurezza. Questa fascia di rispetto permette di salvaguardare l'integrità strutturale delle sponde che sono frequentemente naturali, non rivestite con intonaci cementizi o in muratura.

La distanza di 10 metri è anche indicata nel Regio Decreto 523 del 1904 come una dimensione adeguata a rispondere ai criteri di prevenzione precedentemente riportati.

*Per il **Reticolo di competenza dei Consorzi di Bonifica (RIB)** sono state riportate le fasce di rispetto di 10 metri come previsto dai Regolamenti di Polizia Idraulica dei rispettivi Consorzi di Bonifica.*

L'elaborato "Normativa" del D.P.I., al quale si rimanda per gli aspetti di dettaglio, è volto a definire un modello di gestione degli interventi di pianificazione sui corpi idrici e di manutenzione sulle opere idrauliche per assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale e paesaggistica del territorio.

L'individuazione cartografica delle fasce di rispetto presenti in Tav. 14 è stata così derivata:

- R.I.P.: offset di 10 m rispetto al ciglio di scarpata o al piede esterno degli argini;
- R.I.B.: offset di 10 m rispetto alla linea dell'alveo riportata nella cartografia aerofotogrammetrica;
- R.I.M.: le fasce di rispetto sono state importate dagli shapefile della documentazione digitale dello studio sul reticolo.

In riferimento all'ampiezza delle fasce di rispetto, si evidenzia quanto riportato al paragrafo 5.1 dell'All. D alla D.G.R. X/7851/2017: "le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Nel caso di sponde stabili, consolidate o protette, le distanze possono essere calcolate con riferimento alla linea individuata dalla piena ordinaria (riferimento N.d.A. del PAI)".

9.3 PAI FASCE FLUVIALI

Il territorio comunale di Pavia è interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali A, B, C del PAI per il Fiume Ticino (cfr. All. 1) la cui delimitazione è stata riportata in Tav. 14.

Limite della Fascia A, corrispondente a quella di deflusso della piena, che è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento (tempo di ritorno di 200 anni), ovvero dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Comprende l'alveo inciso del F. Ticino, comprensivo di isole fluviali e barre laterali (alluvioni attuali a prevalenza ghiaiosa) e le aree golenali inondabili in caso di piena ordinaria o leggermente superiore.

Limite della Fascia B, corrispondente a quella di esondazione ed esterna alla precedente o coincidente (in questo caso è riportato il solo limite della Fascia B), che è costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento; il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni.

Comprende le aree esterne alla fascia A, inondabili in caso di piene non del tutto eccezionali e/o inondabili per rotture/sormonti arginali come le golene chiuse con argini sormontabili e i ripiani golenali debolmente sopraelevati rispetto alle precedenti e parte delle aree ex golenali protette dall'argine maestro (Siccomario).

Aree esterne alle Fasce Fluviali A e B, comunque allagabili nel caso di piene del tutto eccezionali per rigurgito dei corsi d'acqua minori o per cause indirette con modesti valori di velocità e tiranti idrici.

Ad esse appartengono i ripiani localmente allagabili per rigurgito dei corsi d'acqua minori (zona dello sbocco delle valli della Vernavola e del Navigliaccio in quella del Ticino), le golene dei corsi d'acqua minori (Vernavola e Navigliaccio) e le aree allagabili per rigurgiti di scarichi o del reticolo idrico minore e/o per anomali innalzamenti della falda. Sono comprese in queste aree anche le aree soggette a saturazioni prossime al piano campagna e/o ad allagamenti di cantine e seminterrati in concomitanza di piene rilevanti o comunque allagabili o allagate durante la piena dell'ottobre 2000.

9.4 PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONI (PGRA)

La Tavola 7 riporta la delimitazione delle aree allagabili derivanti dalle mappe di pericolosità del PGRA per gli ambiti di riferimento RP (Reticolo Principale – Fiume Ticino). I dati sono

stati scaricati in formato vettoriale (shapefile) attraverso il servizio di Download del Geoportale della Regione Lombardia.

AMBITO RP–Fiume Ticino

Gli scenari di pericolosità individuati dal PGRA sono i seguenti:

- aree P1 o aree interessate da alluvione rara (TR 500 anni) (scenario L);
- aree P2 o aree interessate da alluvione poco frequente (TR 100-200) (scenario M);
- aree P3 o aree interessate da alluvione frequente (TR 20-50 anni) (scenario H).

La DGR X/6738/2017 (cfr. par. 3.2.1) fornisce gli indirizzi e le limitazioni d'uso del suolo per i comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA; in particolare, al punto 3.1.4 vengono riportate le disposizioni normative per i corsi d'acqua già interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, quali il Fiume Ticino.

I vincoli vigenti sono i seguenti:

- Nelle aree interessate da alluvioni frequenti P3/H si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale A del PAI (art. 29, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle NdA del PAI);
- Nelle aree interessate da alluvioni frequenti P2/M si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale B del PAI (art. 30, 38, 38bis, 38 ter, 39 e 41 delle NdA del PAI);
- Nelle aree interessate da alluvioni frequenti P1/L si applichino le limitazioni e prescrizioni previste per la fascia fluviale C del PAI (art. 31 delle NdA del PAI).

AMBITO RSP - reticolo consortile Lomellina-Oltrepò

Gli scenari di pericolosità individuati dal PGRA sono i seguenti:

- Aree P2 o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (TR 100-200 anni) (scenario M);
- Aree P3 o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (TR 20-50 anni) (scenario H).

La DGR X/6738/2017 (cfr. par. 3.2.1), per le aree classificate a pericolosità P3/H e P2/M sul reticolo consortile, ritiene che sussistano consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. ***SONO PERTANTO DA APPLICARE LE LIMITAZIONI RELATIVE ALLA CLASSE 3 DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.***

9.4.1 LA CARTA PAI-PGRA

Come richiesto al punto 5 dell'Allegato B alla d.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 sono state elaborate la **Tav. 15** "Carta PAI-PGRA pericolosità" e la **Tav. 16** "Carta PAI-PGRA rischio", con legenda secondo lo schema indicato in Allegato 5 alla medesima delibera. In esse sono state riportate:

- le fasce fluviali del PAI per il Fiume Ticino;
- le aree allagabili individuate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni come RP-P3/H, RP-P2/M e RP-P1/L per il Fiume Ticino ed RSP-P3/H e RSP-P2/M;

- le classi di pericolosità idraulica (Tav. 15) e di rischio idraulico (Tav. 16) relative al F. Ticino che sono state desunte dallo studio di approfondimento idraulico comunale "VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO DEL FIUME TICINO IN COMUNE DI PAVIA ai sensi dell'All. 4 della D.G.R. IX/2616/2011 e della D.G.R. X/6738/2017" (cfr. par. 5.3.1.6, All. 9), redatto dallo Scrivente in data luglio 2020.

10 SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI

La classificazione del territorio che sintetizza le conoscenze aggiornate emerse dalla fase di analisi è illustrata in **Tav. 17** (Sintesi degli elementi conoscitivi).

Tale tavola fornisce la rappresentazione di ambiti che presentano omogenee caratteristiche dal punto di vista geologico, geomorfologico, geologico-tecnico e di pericolosità / vulnerabilità idraulica ed idrogeologica, dei quali di seguito si riporta la descrizione, con particolare riferimento alle problematiche da considerare nella pianificazione urbanistica.

Ambito omogeneo	Unità di sintesi	Unità Geotecniche	Caratteristiche morfologiche / litotecniche:	Vulnerabilità dell'acquifero	Problematiche specifiche
F - fluviale recente e attuale	F1	G+E	Alveo attivo del F. Ticino e ripiani golenali con depositi fluviali caratterizzati da sabbie e ghiaie sciolte con locali e discontinue intercalazioni di limi e limi argilloso-torbosi	Estremamente elevata	Aree pianeggianti localmente ondulate a rischio di esondazione del F. Ticino, con pericolosità prevalentemente molto elevata, localmente moderata. Terreni con buone caratteristiche geotecniche, localmente scadenti per la presenza di livelli coesivi-compressibili in superficie e intercalati alla successione. Soggiacenza prossima al piano campagna. Drenaggio delle acque da buono a mediocre, locale presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo. Presenza di ambiti di modificazione antropica (riporti, aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.
	F2	E1+D+C	Alvei attivi e golene dei corsi d'acqua minori, aree ex golenali arginate, ripiani golenali sopraelevati rispetto all'unità precedente, zone ex-golenali in corrispondenza di paleomeandri del Ticino, fasce in scarpata a ridosso delle golene in sponda sinistra del Ticino. Depositi fluviali costituiti da sabbie fini prevalenti con subordinate ghiaie e con intercalazioni lenticolari e/o continue di limi e limi argillosi	Estremamente elevata	Aree pianeggianti e/o ondulate localmente interessate da rischio di esondazione del F. Ticino con pericolosità molto elevata. Terreni con scadenti/mediocri caratteristiche geotecniche per la presenza di livelli coesivi-compressibili. Soggiacenza prossima al piano campagna. Drenaggio delle acque generalmente da buono a mediocre, locale presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo. Presenza di ambiti di modificazione antropica (riporti, aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.

B - Alluvionale Antico - Terrazzo Inferiore	B3	Ba+Bb	Ambiti terrazzati a morfologia pianeggiante o ondulata, in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura; depositi fluvioglaciali costituiti da sabbie con rari orizzonti a ghiaietto e sporadica presenza di limi e orizzonti torbosi in superficie	Elevata	Aree pianeggianti localmente ondulate con terreni con caratteristiche geotecniche mediocri in superficie, buone in profondità. Drenaggio delle acque buono. Presenza di ambiti di modificazione antropica (riporti, aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.
	B4	B1a+ B1b	Ambiti terrazzati a morfologia pianeggiante o ondulata, in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura; depositi fluvioglaciali costituiti da sabbie con rari orizzonti a ghiaietto passanti a limi e limi argillosi	Elevata	Aree pianeggianti localmente ondulate con terreni con caratteristiche geotecniche scadenti in superficie, buone in profondità. Drenaggio delle acque buono. Presenza di ambiti di modificazione antropica (riporti, aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.
A - Alluvionale Antico - Terrazzo superiore	A5	Aa+Ab	Ambito di pianura sopraelevato rispetto al fondovalle del F. Ticino costituito da sabbie prevalenti	Elevata	Aree pianeggianti con terreni con buone caratteristiche geotecniche, localmente scadenti in superficie per la presenza di livelli coesivi-compressibili. Drenaggio delle acque mediocre, talvolta moderatamente rapido in superficie buono in profondità. Possibile presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo. Presenza di ambiti di modificazione antropica (riporti, azienda RIR, aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.

	A6	A1a	Ambito di pianura sopraelevato rispetto al fondovalle del F. Ticino costituito da sabbie prevalentemente con intercalazioni di limi e limi argillosi	Elevata	Aree pianeggianti con terreni con mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche per la presenza di livelli coesivi-compressibili. Drenaggio delle acque mediocre, talvolta moderatamente rapido in superficie buono in profondità. Possibile presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo. Presenza di ambiti di modificazione antropica (aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.
	A7	Ac	Ambito di pianura sopraelevato rispetto al fondovalle del F. Ticino costituito da sabbie prevalenti	Elevata	Aree pianeggianti con terreni con buone caratteristiche geotecniche, localmente scadenti in superficie per la presenza di livelli coesivi-compressibili. Drenaggio delle acque mediocre, talvolta moderatamente rapido in superficie buono in profondità. Possibile presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo. Presenza di ambiti di modificazione antropica (aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione geotecnica/ ambientale e/o di bonifica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.

Tabella 10.1 – Ambiti omogenei

Aree di modificazione antropica

- *Azienda a rischio di incidente rilevante e relative aree di danno:* corrisponde allo stabilimento Sinteco Logistic SpA² ex Alvi Srl Logistica e Distribuzione, sito in Strada Bellingera 50 e ricadente nell'Inventario Nazionale degli Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante – Aggiornamento 30 settembre 2020, ai sensi del D.Lgs. 105/2015 soglia inferiore.
- *Impianto di depurazione di Pavia*
- Ambiti oggetto di procedimenti di bonifica e indagini ambientali ai sensi del D.Lgs. 152/2006: la ricognizione di tali ambiti è stata effettuata a partire dai dati forniti dal Comune di Pavia, ed in particolare:
 - Shapefile con l'anagrafica dei poligoni oggetto di procedimenti di bonifica;
 - Tabella contenente lo stato di attuazione dell'iter – aggiornamento dicembre 2020, note/aggiornamenti (cfr. ALLEGATO 7).

Dall'esame di tale documentazione si è operata la seguente distinzione riportata in Tav. 17:

- Siti oggetto di piano di caratterizzazione / progetti operativi di bonifica / interventi di bonifica IN CORSO o NON CONCLUSI e/o interessati da comunicazione di superamenti CSC;
- Sito oggetto di bonifica CONCLUSA per i terreni, bonifica IN CORSO per le acque di falda;
- Sito con bonifica conclusa e certificazione provinciale per la destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06);
- Sito con bonifica conclusa e certificazione provinciale per la destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06);
- Sito con bonifica conclusa (Colonna A) in fase di monitoraggio post-operam;
- Sito con bonifica conclusa con analisi di rischio per Colonna A.

Elementi ed aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- *Reticolo idrografico:* quali elementi di vulnerabilità idraulica ed idrogeologica sono stati cartografati gli alvei dei corsi d'acqua costituenti reticolo idrografico principale e di bonifica del territorio;
- *Aree con soggiacenza dell'acquifero < 5m;*
- *Pericolosità idraulica* relativa al F. Ticino derivante dallo studio di approfondimento idraulico comunale riportato in All.9². Le classi di pericolosità definite in tale studio sono:

²Studio Idrogeotecnico srl - Valutazione delle condizioni di rischio idraulico del Fiume Ticino in comune di Pavia ai sensi dell'all. 4 della D.G.R. IX/2616/2011 e della D.G.R. X/6738/2017

- H1: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica moderata;
- H2: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica media;
- H3: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica elevata;
- H4: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata.

PARTE SECONDA- NORME GEOLOGICHE DI PIANO

ARTICOLO 1 - DEFINIZIONI

Rischio: entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento.

Elemento a rischio: popolazione, proprietà, attività economica, ecc. esposta a rischio in una determinata area.

Vulnerabilità: attitudine dell'elemento a rischio a subire danni per effetto dell'evento.

Pericolosità: probabilità di occorrenza di un certo fenomeno di una certa intensità in un determinato intervallo di tempo ed in una certa area.

Dissesto: processo evolutivo di natura geologica o idraulica che determina condizioni di pericolosità a diversi livelli di intensità.

Pericolosità sismica locale: previsione delle variazioni dei parametri della pericolosità di base e dell'accadimento di fenomeni di instabilità dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito; è valutata a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito. La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è contenuta nell'Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio".

Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero: insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica ad ingerire e diffondere un inquinante idrico o idroveicolato.

Studi ed indagini preventive e di approfondimento: insieme degli studi, rilievi, indagini e prove in sito e in laboratorio, commisurate alla importanza ed estensione delle opere in progetto e alle condizioni al contorno, necessarie alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto, alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo e a indirizzare le scelte progettuali ed esecutive per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni e con le rocce, ottimizzando la progettazione sia in termini di costi che di tempi.

Gli studi e le indagini a cui si fa riferimento sono i seguenti:

- Indagini geognostiche (**IGT**): indagini con prove in sito e laboratorio, comprensive di rilevamento geologico di dettaglio, assaggi con escavatore, prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica, indagini geofisiche in foro, indagini geofisiche di superficie, caratterizzazione idrogeologica ai sensi del d.m. 17 gennaio 2018- Aggiornamento delle "*Norme tecniche per le costruzioni*".
- Valutazione di stabilità dei fronti di scavo e dei versanti (**SV**): valutazione preliminare, ai sensi del d.m. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "*Norme tecniche per le costruzioni*", della stabilità dei fronti di scavo o di riporto a breve termine, in assenza di opere di contenimento, determinando le modalità di scavo e le eventuali opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità del pendio durante l'esecuzione dei lavori.

Nei terreni/ammassi rocciosi posti in pendio, o in prossimità a pendii, oltre alla stabilità localizzata dei fronti di scavo, deve essere verificata la stabilità del pendio nelle condizioni attuali, durante le fasi di cantiere e nell'assetto definitivo di progetto, considerando a tal fine le sezioni e le ipotesi più sfavorevoli, nonché i sovraccarichi determinati dalle opere

da realizzare, evidenziando le opere di contenimento e di consolidamento necessarie a garantire la stabilità a lungo termine.

Le indagini geologiche devono inoltre prendere in esame la circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

- Monitoraggio piezometrico (**MP**): monitoraggio del livello piezometrico e studio storico dell'escursione della falda, al fine di definire la possibile interazione della superficie piezometrica con gli interventi edificatori, sia in fase realizzativa (depressione per getto fondazioni) che di esercizio (sottospinte idrostatiche).
- Recupero morfologico e ripristino ambientale (**SRM**): studio volto alla definizione degli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, che consentano di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici.
- Compatibilità idraulica (**SCI**): studio finalizzato a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione secondo i criteri dell'Allegato 4 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione" e della direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999, aggiornata con deliberazione n. 10 del 5 aprile 2006, come specificatamente prescritto nelle diverse Classi di fattibilità geologica (articolo 3).
- Indagini preliminari sullo stato di salubrità dei suoli (**ISS**) ai sensi del Regolamento di Igiene comunale (o del Regolamento di Igiene Tipo regionale) e/o dei casi contemplati nel D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale": insieme delle attività che permettono di ricostruire gli eventuali fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee). Nel caso di contaminazione accertata (superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione – Csc) devono essere attivate le procedure di cui al D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", comprendenti la redazione di un Piano di caratterizzazione (**PCA**) e il Progetto operativo degli interventi di bonifica (**POB**) in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito.
- Valutazioni di compatibilità sull'assetto idrogeologico ed ambientale dell'area (**VCI**)
- Verifica della qualità degli scarichi (**VQS**) e della portata adottata per la corretta gestione delle acque sotto il profilo qualitativo.

Interventi di tutela ed opere di mitigazione del rischio da prevedere in fase progettuale:

complesso degli interventi e delle opere di tutela e mitigazione del rischio, di seguito elencate:

- Opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque meteoriche superficiali e sotterranee; individuazione dell'ideale recapito finale delle acque nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche locali **(RE)**
- Interventi di recupero morfologico e/o di funzione e/o paesistico ambientale **(IRM)**
- Opere per la difesa del suolo, contenimento e stabilizzazione dei versanti **(DS)**
- Predisposizione di sistemi di controllo ambientale **(CA)** per gli insediamenti a rischio di inquinamento da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di intervento (piezometri di controllo della falda a monte e a valle flusso dell'insediamento, indagini nel terreno non saturo per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, ecc.)
- Interventi di bonifica **(BO)** ai sensi del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli
- Collettamento in fognatura degli scarichi fognari e delle acque non smaltibili in loco **(CO)**

Zona di tutela assoluta dei pozzi a scopo idropotabile: è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", art. 94, comma 3).

Zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa (D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", art. 94, comma 4).

Edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico: d.d.u.o. 22 maggio 2019-n. 7237 "Aggiornamento del d.d.u.o. 21 novembre 2013 n. 19904 - Approvazione elenco delle tipologie degli edifici ed opere infra-strutturali di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso in attuazione della d.g.r.n. 19964 del 7 novembre 2003".

Gli edifici di interesse strategico la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, sono quelli in tutto o in parte ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo delle operazioni di protezione civile in emergenza.

Edifici di interesse strategico e opere la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile

1 - CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA STATALE

Tutte quelle di cui all'elenco A del decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003 "Disposizioni attuative dell'art 2, commi 2-3 e 4 dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003, recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicato sulla G.U.n. 252 del 29 ottobre 2003).

2 - CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA REGIONALE

Edifici:

- a.** Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Regionale
- b.** Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale
- c.** Edifici destinati a sedi di Amministrazioni Comunali
- d.** Edifici destinati a sedi di Comunità Montane *
- e.** Sale Operative, Centro funzionale e Centri di coordinamento di protezione civile (es. DI.COMA.C, CCS, COM, COC, UCL, ecc.)
- f.** Strutture regionali, provinciali e comunali, adibite all'attività logistica per il personale, i materiali e le attrezzature (es. CPE); edifici destinati all'informazione e all'assistenza alla popolazione individuati nei piani provinciali e comunali di protezione civile
- g.** Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza provinciali e comunali o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- h.** Strutture ospedaliere di ricovero e cura pubbliche e private dotate di DEA di I o II livello, IRCCS dotati di DEA di I o II livello, centrali operative del 118 e 112 NUE

Opere infrastrutturali

- i.** Strutture connesse con l'approvvigionamento, il deposito e la distribuzione dell'acqua potabile (es. impianti di potabilizzazione, serbatoi, ecc)
- j.** Dighe e grandi invasi
- k.** Strutture connesse con la produzione, il deposito, il trasporto e la grande distribuzione di materiali combustibili e di energia elettrica individuati nei piani di protezione civile, nonché strutture connesse agli impianti di cogenerazione al servizio di insediamenti urbani e di aree produttive (sono escluse le reti)
- l.** Strutture quali discariche, inceneritori, impianti di trattamento delle acque reflue, il cui collasso può determinare un'interruzione di pubblico servizio, grave nocimento alla salute dei centri abitati circostanti e/o gravi conseguenze in termini di danni ambientali;
- m.** Strutture destinate alle comunicazioni e alla trasmissione di dati e informazioni per la gestione dell'emergenza, individuate nei piani di protezione civile (sono escluse le reti)
- n.** Autostrade, strade statali e regionali, e relative opere d'arte (ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, ...)
- o.** Strade provinciali e comunali ed opere d'arte annesse (ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, ...), individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
- p.** Reti ferroviarie ed opere annesse come ponti e opere di ingegneria appartenenti alla rete ferroviaria regionale e stazioni/fermate su detta rete individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
- q.** Aeroporti, eliporti, porti e stazioni lacuali e fluviali individuate nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni di protezione civile
- r.** Altre opere infrastrutturali individuate nei piani provinciali di protezione civile e per la gestione dell'emergenza.

Edifici ed opere che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso

Gli edifici che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso sono:

- le costruzioni pubbliche o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane;
- le strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali;
- le costruzioni il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale.

1 - CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA STATALE

Tutte quelle di cui all'elenco B del decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile del 21 ottobre 2003 "Disposizioni attuative dell'art 2, commi 2-3 e 4 dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicato sulla G.U. n.252 del 29 ottobre 2003)

2 - CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA REGIONALE

Edifici:

- a.** Sedi degli Enti pubblici e sedi adibite a funzione pubblica di dimensioni significative e soggette a rilevante accesso di pubblico;
- b.** Scuole di ogni ordine e grado; centri di formazione professionale;
- c.** Servizi educativi per l'infanzia;
- d.** Strutture universitarie
- e.** Strutture di ricovero cura ed IRCCS non ricompresi tra gli edifici strategici, Strutture Ambulatoriali Territoriali con superficie complessiva superiore a 1.000 mq, Residenze Sanitario-Assistenziali con ospiti non autosufficienti (comprese RSD e REMS), Hospice, Strutture residenziali di riabilitazione, di assistenza residenziale extraospedaliera, terapeutiche di psichiatria per adulti e neuropsichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza
- f.** Chiese ed edifici apertali culto
- g.** Strutture fieristiche, ricreative, culturali e per lo spettacolo (quali cinema, teatri, auditorium, sale convegni e conferenze, discoteche e luoghi della cultura quali musei, biblioteche e archivi)
- h.** Strutture ad alta ricettività quali coperture fisse per spettacoli all'aperto, sagre, luoghi di ristorazione e ospitalità, attività ricreative, con superficie utile maggiore di 200 mq o con capienza complessiva utile superiore a cento unità (**)
- i.** Sale ricreative, oratori ed edifici assimilabili per funzioni con capienza utile superiore a cento unità (**)

- j.** Stadi ed impianti sportivi, dotati di tribune anche mobili con capienza superiore a 100 persone(**)
- k.** Mercati coperti, esercizi e centri commerciali aventi superficie di vendita superiore a 1500 mq e suscettibili di grande affollamento (***)
- l.** Palazzi di Giustizia
- m.** Carceri

Opere infrastrutturali

- n.** Opere d'arte (ponti, gallerie, ...) sulle strade provinciali e comunali privi di valide alternative. In cui l'interruzione provochi situazioni di emergenza (interruzioni prolungate del traffico verso insediamenti produttivi e/o abitativi)
- o.** Stazioni/fermate afferenti a linee non di competenza statale per il trasporto pubblico (stazioni/fermate ferroviarie, metropolitane e bus, nonché stazioni/fermate e depositi tramviari, stazioni/fermate per il trasporto pubblico su fune)
- p.** Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani provinciali di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- q.** Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- r.** Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.)
- s.** Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali
- t.** Strutture non di competenza statale connesse con servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e mobile, televisione)
- u.** Impianti e industrie, con attività pericolose per l'ambiente (es. materie tossiche, prodotti radioattivi, chimici o biologici potenzialmente inquinanti, ecc)
- v.** Edifici industriali in cui è prevista una presenza contemporanea media superiore a cento unità
- w.** Silos di significative dimensioni e industrie rilevanti in relazione alla pericolosità degli impianti di produzione, lavorazione, stoccaggio di prodotti insalubri e pericolosi, quali materie tossiche, gas compressi, materiali esplosivi, prodotti chimici potenzialmente inquinanti e nei quali può avvenire un incidente rilevante per evento sismico
- x.** Opere di ritenuta di competenza regionale (piccole dighe)

() edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza*

*(**) Riferimento per la capienza (100 persone): art 1 del D.M. 19/08/1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo." E successive modificazioni e D.M. 19/03/2015 "Aggiornamento della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private"*

*(***) Il centro commerciale viene definito (d.lgs. n. 114/1998 e successive modificazioni) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti*

unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi attività paracommerciali (quali servizi bancari. Servizi alle persone, ecc.).

Polizia idraulica: comprende tutte le attività che riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso d'acqua stesso.

Opere edificatorie: tipologia di opere a cui si fa riferimento nella definizione del tipo di intervento ammissibile per le diverse classi di fattibilità geologica (cfr. articolo 3 e legenda Tavv. 18, 19). Esse corrispondono alla seguente classificazione:

Opere sul suolo e sottosuolo	
1	Edilizia singola uni-bifamiliare, 3 piani al massimo, di limitata estensione
2	Edilizia intensiva uni-bifamiliare, 3 piani al massimo, o edilizia plurifamiliare, edilizia pubblica
3	Edilizia plurifamiliare di grande estensione, edilizia pubblica
4	Edilizia produttiva di significativa estensione areale (> 500 mq s.c.)
5	Cambi di destinazione d'uso di ambiti produttivi
6	Opere infrastrutturali (opere d'arte in genere quali strade, ponti, parcheggi nel rispetto ed a fronte di indagini preventive in riferimento alla normativa nazionale), posa di reti tecnologiche o lavori di escavazione e sbancamento

Classi di fattibilità geologica:

Classe 1 (bianca) - Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle "Norme tecniche per le costruzioni", di cui alla normativa nazionale.

Classe 2 (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico - costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 3, comma 1, lettere a), b), c), del D.P.R. 380/2001, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

ARTICOLO 2 – INDAGINI ED APPROFONDIMENTI GEOLOGICI

- Il presente studio geologico di supporto alla pianificazione comunale "*Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della l.r. 12/2005 e secondo i criteri della d.g.r. n. IX/72616/11*", contenuto integralmente nel Documento di Piano - Quadro conoscitivo del Piano di Governo del Territorio del Comune di Pavia, ha la funzione di orientamento urbanistico, ma non può essere sostitutivo delle relazioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "*Norme tecniche per le costruzioni*".
- Tutte le indagini e gli approfondimenti geologici prescritti per le diverse classi di fattibilità (cfr. articolo 3 e legenda Tav. 18-19) dovranno essere consegnati contestualmente alla presentazione dei piani attuativi o in sede di richiesta di permesso di costruire/SCIA e valutati di conseguenza prima dell'approvazione del piano o del rilascio del permesso.
- Gli approfondimenti d'indagine non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 17 gennaio 2018.
- PIANI ATTUATIVI: rispetto alla componente geologica ed idrogeologica, la documentazione minima da presentare a corredo del piano attuativo dovrà necessariamente contenere tutte le indagini e gli approfondimenti geologici prescritti per le classi di fattibilità geologica in cui ricade il piano attuativo stesso, che a seconda del grado di approfondimento, potranno essere considerati come anticipazioni o espletamento di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "*Norme tecniche per le costruzioni*". In particolare dovranno essere sviluppati, sin dalla fase di proposta, gli aspetti relativi a:
 - interazioni tra il piano attuativo e l'assetto geologico-geomorfologico e l'eventuale rischio idraulico;
 - interazioni tra il piano attuativo e il regime delle acque superficiali;
 - fabbisogni e smaltimenti delle acque (disponibilità dell'approvvigionamento potabile, differenziazione dell'utilizzo delle risorse in funzione della valenza e della potenzialità idrica, possibilità di smaltimento in loco delle acque derivanti dalla impermeabilizzazione dei suoli e presenza di un idoneo recapito finale per le acque non smaltibili in loco).

- Per tutti gli interventi edilizi, ad eccezione degli interventi di cui all'art. 3, comma 1, lett. a, b, c del D.P.R. 380/2001, non comportanti demolizioni al piano 0 degli edifici esistenti, la presentazione del piano attuativo o del permesso a costruire dovrà essere corredata da uno studio di invarianza idraulica ai sensi del Regolamento regionale 23 novembre n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)" (cfr. art. 5).
- Tutti gli interventi edilizi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione straordinaria (quest'ultima solo nel caso in cui comporti all'edificio esistente modifiche strutturali di particolare rilevanza) dovranno essere progettati adottando i criteri di cui al D.M. 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

ARTICOLO 3 – PERICOLOSITA' SISMICA E MICROZONAZIONE

- 1) Entro gli scenari di PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) **Z3a** e **Z4a**, individuati con procedura di I livello (cfr. Tav. 5 e par. 8.6.1), è stato condotto nel presente studio (cfr. par. 8.7, 8.7.18.7.2) l'approfondimento sismico di II livello che ha permesso di individuare la distribuzione dei valori del Fattore di Amplificazione F_{ac} all'interno del territorio comunale di Paviaper la verifica degli effetti di amplificazione litologica e morfologica (cfr. Tavole 6, 7, 8, 9, 10, 11). Dal confronto con i valori di soglia della Regione Lombardia si è evidenziato quanto segue:
 - **Ambiti Z4a:** le analisi condotte hanno evidenziato l'assenza di superamento del valore di soglia comunale per le periodicità 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s. Pertanto, per l'intero territorio comunale, le azioni sismiche di progetto potranno essere determinate a mezzo della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi.
 - **Ambiti Z3a:** non si evidenziano condizioni di superamento del valore di soglia e l'azione sismica di progetto potrà essere determinata a mezzo della procedura semplificata di cui al D.M. 17/01/18 assumendo un coefficiente S_t unitario, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi.
- 2) Entro lo scenario di PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) **Z2a**, individuato con procedura di I livello (cfr. Tav. 5 e par. 8.6.1), i criteri definiti dall'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 n° IX/2616 prevedono l'esecuzione di approfondimento di III livello da condurre in sede progettuale attraverso cui pervenire alla determinazione dei possibili cedimenti che si possono verificare sia in presenza di terreni granulari fini saturi sia in presenza di terreni granulari fini asciutti. Per semplicità e con approssimazione accettabile, salvo casi di morfologia con forti pendenze e stratigrafie molto variabili in direzione orizzontale, per la stima dei cedimenti indotti dall'azione sismica si potrà fare riferimento alle condizioni edometriche (cfr. 8.7.3).
- 3) Entro gli scenari di PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) **Z2b**, individuati con procedura di I livello (cfr. Tav. 5 e par. 8.6.1), è stata condotta l'analisi per la valutazione della potenziale liquefacibilità dei terreni di fondazione con approfondimento di I grado secondo le modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016 (cfr. par. 8.7.4).
 - **Ambiti Z2b con valori di accelerazione al suolo superiori a 0.1 g** (cfr. Tavola 13): si dovrà procedere in sede progettuale ad ulteriori gradi di approfondimento di

indagine e di analisi secondo le modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016, come descritto al par. 8.7.4.2).

- 4) Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019), le azioni sismiche di progetto dovranno essere definite a mezzo di analisi di risposta sismica locale, condotte sulla base delle risultanze di specifiche indagini geotecniche e geofisiche necessarie a dettagliare il modello sismostratigrafico di sottosuolo nell'area di interesse dell'opera e le caratteristiche dinamiche dei terreni, con individuazione della profondità del bedrock sismico; in ogni caso, qualora gli spettri di risposta ottenuti dall'analisi condotta, regolarizzati in accordo alle procedure di cui agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, risultino meno conservativi di quelli ottenuti a mezzo dell'approccio semplificato, basato sulla categoria sismica di sottosuolo locale ai sensi del D.M. 17/01/18, per la definizione delle azioni sismiche di progetto si farà riferimento a questi ultimi. Le azioni sismiche di progetto così determinate saranno impiegate anche per la verifica della stabilità del sito nei confronti del fenomeno della liquefazione, dei cedimenti sismoindotti di terreni poco addensati o altamente compressibili e dei processi gravitativi ai sensi del D.M. 17/01/18.

ARTICOLO 4 – CLASSI DI FATTIBILITÀ

La carta della fattibilità geologica per le azioni di piano è stata redatta alla scala di dettaglio 1:5.000 (Tavv. 18, 18 legenda) e alla scala 1:10.000 (Tav. 19) per l'intero territorio comunale.

La suddivisione in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità effettuata nella fase di sintesi (Tav. 17), è stata ricondotta a diverse classi di fattibilità in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, secondo quanto prescritto dalla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 – *Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12», approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*.

Per l'intero territorio comunale, l'azzonamento prioritario per la definizione della carta della fattibilità geologica è risultato:

- Pericolosità idraulica derivante dallo studio di approfondimento idraulico condotto (classi H e sottoclassi H' interne al centro edificato);
- Pericolosità idraulica derivante da normativa PAI (sottoclassi B esterne al centro edificato con normativa di fascia fluviale B);
- Pericolosità idraulica derivante da normativa PGRA (classi RP e RSP);
- Ridotta soggiacenza (>5 m);
- Prima caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni
- Aree che hanno subito sostanziali modifiche antropiche, quali aree sottoposte a procedure di bonifica, aree con terreni di riporto, ecc.

CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI

Norme generali valide per tutte le classi di fattibilità geologica 4:

- Per gli **edifici esistenti ricadenti in classe 4** sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) dell'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

È fatto salvo quanto previsto per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, che possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e che dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione dello specifico fenomeno che determina la situazione di rischio.

CLASSE 4RE - (Vernavola e Navigliaccio) FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

Principali caratteristiche: alvei attivi e ambito di pertinenza fluviale della Roggia Vernavola e Navigliaccio a carattere naturaliforme.

Problematiche generali: aree ad elevata valenza geomorfologica e naturalistico-ambientale

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate alla salvaguardia del naturale assetto geomorfologico ed idrogeologico

Opere edificatorie ammissibili: è vietata qualsiasi nuova opera edificatoria, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili, corredati da uno studio di compatibilità idraulica degli interventi (crf. indagini preventive necessarie).

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: ferma restando la necessità di acquisire autorizzazione da parte dell'Ente competente, ogni intervento che interessi direttamente l'alveo, incluse le sponde, di natura strutturale (modifica del corso), infrastrutturale (attraversamenti), idraulico-qualitativa (scarichi idrici), richiede necessariamente l'effettuazione di studi di verifica del rischio di esondazione e di compatibilità idraulica (SCI), che dovranno dimostrare l'equivalenza delle modifiche proposte rispetto alle condizioni precedenti e/o la sostenibilità dell'apporto idrico del nuovo scarico. Tali studi dovranno pertanto coadiuvare la progettazione per la corretta gestione delle acque.

Per gli interventi ammissibili si rendono necessarie indagini geologico-tecniche per la verifica delle caratteristiche litotecniche dei terreni, di capacità portante e di valutazione di stabilità dei versanti di scavo (IGT – SV), studi per il recupero morfologico (SRM), valutazioni di compatibilità dell'intervento sull'assetto idrogeologico ed ambientale dell'area (VCI).

Sono inoltre necessarie verifiche della qualità degli scarichi (VQS) di qualsiasi natura (civile o industriale, temporanei o a tempo indeterminato).

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione sono da prevedere contestualmente interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM), opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque superficiali e sotterranee (RE), collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO) a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre opere ammesse ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 4H4 - aree a pericolosità molto elevata H4 (fattibilità con gravi limitazioni)

Principali caratteristiche: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata H4 (tiranti idrici superiori a 0,70 m e velocità superiori a 1,50 m/s), comprese in Fascia Fluviale A.

Problematiche generali: Aree interessate da esondazione/allagamenti, desunte da studio di approfondimento idraulico alla scala comunale (verifica per eventi con $T_r=200$ anni).

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate al rischio idraulico ed alla riqualificazione degli ambiti fluviali.

Opere edificatorie ammissibili: è vietata qualsiasi nuova opera edificatoria, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili, corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie). Valgono comunque le limitazioni previste per la fascia A del PAI (Art. 29, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle Norme di Attuazione del PAI).

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 3, comma 1, lettere a), b), c) del D.P.R. 380/2001, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione:

Ferma restando la necessità di acquisire autorizzazione da parte dell'Ente competente, ogni intervento che interessi direttamente l'alveo, incluse le sponde, dei corsi d'acqua del reticolo idrografico, di natura strutturale (modifica del corso), infrastrutturale (attraversamenti), idraulico-qualitativa (scarichi idrici), richiede necessariamente l'effettuazione di studi di verifica del rischio di esondazione e di compatibilità idraulica (SCI), che dovranno dimostrare l'equivalenza delle modifiche proposte rispetto alle condizioni precedenti e/o la sostenibilità dell'apporto idrico del nuovo scarico. Tali studi dovranno pertanto coadiuvare la progettazione per la corretta gestione delle acque.

Sono inoltre necessarie verifiche della qualità degli scarichi (VQS) di qualsiasi natura (civile o industriale, temporanei o a tempo indeterminato).

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione, sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate, nonché interventi di mantenimento della funzione idraulica propria del tratto interessato (IRM). Sono

da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE-CO), a salvaguardia dei corsi d'acqua e della falda idrica sotterranea. Per gli insediamenti esistenti prospicienti e limitanti il corso d'acqua sono necessari interventi atti a ripristinare la sezione originaria.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre opere ammesse ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

CLASSE 3H3/3H3_B - aree a pericolosità elevata H3 (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica elevata H3 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0,30 e 0,70 m e velocità comprese tra 0,6 e 1,5m/s), compatibilizzabili con interventi di messa in sicurezza idraulica.

Sottoclasse 3H3_B: ambiti 3H3 in Fascia Fluviale B PAI esterni a C.E.

Sottoclasse 3H3_R: porzioni ricadenti in aree interessate da terreni di riporto.

Problematiche generali: Aree interessate da esondazione/allagamenti, desunte da studio di approfondimento idraulico alla scala comunale (verifica per eventi con $T_r=200$ anni). Presenza di terreni di riporto dalle caratteristiche geotecniche non note.

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica del rischio idraulico locale, alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni e all'assetto idrogeologico locale.

Opere edificatorie ammissibili:

Sottoclasse 3H3: Sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie, subordinatamente all'esecuzione degli interventi di mitigazione del rischio specifici per l'ambito di interesse e/o alla redazione di progetti idraulicamente compatibili, facendo riferimento, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle tipologie di misure di mitigazione del rischio riportate all'art. 9 delle presenti norme. Qualsiasi cambio di destinazione d'uso è comunque subordinato alla verifica del rischio idraulico locale. La distribuzione delle volumetrie e degli spazi ad uso non abitativo entro gli edifici dovrà essere definita in funzione del livello di rischio ammissibile per la tipologia di uso, al fine di minimizzare il periodo di inagibilità. E' consentita la messa in sicurezza degli interrati esistenti e la realizzazione di nuovi piani interrati e seminterrati, nel caso in cui gli studi di compatibilità idraulica alla scala locale dimostrino la congruenza delle ipotesi progettuali con le condizioni di rischio locale.

Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo così come definiti dal D.P.R. 380/2001, art. 3, comma 1, lettere a, b, c; la lettera d potrà essere ammessa solo a seguito della realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio, nel rispetto delle normative vigenti.

Il rilascio del titolo abilitativo edilizio è subordinato alla presentazione di un progetto edilizio supportato da una verifica di compatibilità idraulica che attesti l'ottimale distribuzione delle volumetrie in considerazione del rischio idraulico e all'attuazione dei necessari interventi di mitigazione del rischio. Ciò al fine di consentire l'edificazione in aree aventi condizioni di rischio accettabili.

Sottoclasse 3H3_B: Limitazioni di Fascia B del PAI: consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle NdA del PAI.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere ammesse si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- al fine di consentire il deflusso delle acque in caso di piena e di mantenere una significativa capacità di invaso, dovrà essere prevista la formazione/mantenimento di aree libere da ostacoli (aree a standard destinate a verde o parcheggi), ribassate rispetto alle aree edificate circostanti e allineate longitudinalmente rispetto alla possibile direzione di propagazione dell'onda di piena;
- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento
- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani
- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Dovranno essere previste indagini geognostiche per la verifica puntuale delle condizioni geotecniche locali (IGT), con particolare riferimento alla sottoclasse **3H3_R**, secondo quanto indicato nell'Art. 2 delle presenti norme, con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia

ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

La ridotta/bassa soggiacenza della falda rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica (MP).

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione, sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM). Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3H2 - aree a pericolosità media H2 (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica elevata H3 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0,30 e 0,70 m e velocità comprese tra 0,6 e 1,5m/s), compatibilizzabili con interventi di messa in sicurezza idraulica.

Problematiche generali: Aree interessate da esondazione/allagamenti, desunte da studio di approfondimento idraulico alla scala comunale (verifica per eventi con $T_r=200$ anni).

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica del rischio idraulico locale, alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni e all'assetto idrogeologico locale.

Opere edificatorie ammissibili: Sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie (vedi legenda tavola), subordinatamente all'esecuzione degli interventi di mitigazione del rischio specifici per l'ambito di interesse e/o alla redazione di progetti idraulicamente compatibili, facendo riferimento, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle tipologie di misure di mitigazione del rischio riportate all'art. 9 delle presenti norme. Qualsiasi cambio di destinazione d'uso è comunque subordinato alla verifica del rischio idraulico locale. La distribuzione delle volumetrie e degli spazi ad uso non abitativo entro gli edifici dovrà essere definita in funzione del livello di rischio ammissibile per la tipologia di uso, al fine di minimizzare il periodo di inagibilità. E' consentita la messa in sicurezza degli interrati esistenti e la realizzazione di nuovi piani interrati e seminterrati, nel caso in cui gli studi di compatibilità idraulica alla scala locale dimostrino la congruenza delle ipotesi progettuali con le condizioni di rischio locale.

Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo così come definiti dal D.P.R. 380/2001, art. 3, comma 1, lettere a, b, c; la lettera d potrà essere ammessa solo a seguito della realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio, nel rispetto delle normative vigenti.

Il rilascio del titolo abilitativo edilizio è subordinato alla presentazione di un progetto edilizio supportato da una verifica di compatibilità idraulica che attesti l'ottimale distribuzione delle volumetrie in considerazione del rischio idraulico e all'attuazione dei necessari interventi di mitigazione del rischio. Ciò al fine di consentire l'edificazione in aree aventi condizioni di rischio accettabili.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere ammesse si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- al fine di consentire il deflusso delle acque in caso di piena e di mantenere una significativa capacità di invaso, dovrà essere prevista la formazione/mantenimento di aree libere da ostacoli (aree a standard destinate a verde o parcheggi), ribassate rispetto alle aree edificate circostanti e allineate longitudinalmente rispetto alla possibile direzione di propagazione dell'onda di piena;
- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento
- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani
- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Dovranno essere previste indagini geognostiche per la verifica puntuale delle condizioni geotecniche locali (IGT), secondo quanto indicato nell'Art. 2 delle presenti norme, con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

La ridotta/bassa soggiacenza della falda rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica (MP).

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione, sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM). Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3H1/3H1'/3H1_B - aree a pericolosità moderata H1 (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica moderata H1 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0,00 e 0,30 m e velocità comprese tra 0,00 e 0,60 m/s), compatibilizzabili con minimi interventi di messa in sicurezza idraulica.

Sottoclasse 3H1': ambiti esterni alla zonazione di pericolosità desunta dallo studio idraulico, ricadenti in Fascia Fluviale Binterni al centro edificato.

Sottoclasse 3H1_B: ambiti 3H1 compresi in fascia B PAI esterni a C.E.

Problematiche generali: Aree interessate da esondazione o a pericolosità moderata, desunte da studio di approfondimento idraulico alla scala comunale (verifica per eventi con $Tr=200$ anni. 3H1': aree interessate da pericolosità residua riferita alla Fascia B PAI.

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica del rischio idraulico locale, alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni e all'assetto idrogeologico locale.

Opere edificatorie ammissibili:

Sottoclasse 3H1 e 3H1': sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie), subordinatamente all'esecuzione degli interventi di mitigazione del rischio specifici per l'ambito di interesse e/o alla redazione di progetti idraulicamente compatibili, facendo riferimento, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle tipologie di misure di mitigazione del rischio riportate all'art. 9 delle presenti norme. La distribuzione delle volumetrie e degli spazi ad uso non abitativo entro gli edifici dovrà essere definita in funzione del livello di rischio ammissibile per la tipologia di uso al fine di minimizzare il periodo di inagibilità. La realizzazione di nuovi piani interrati e seminterrati è consentita sulla base di studi di approfondimento che attestino, per lo specifico progetto edilizio, l'assenza o la mitigabilità del rischio idraulico residuo; è consentita la messa in sicurezza degli interrati esistenti.

Sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ampliamento e nuova costruzione, come definiti dall'art. 3, comma 1, lettere a), b), c), d), e) del D.P.R. 380/2001.

Sottoclasse 3H1_B: Limitazioni di Fascia B del PAI - consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle NdA del PAI.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere ammesse si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento

- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani
- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Dovranno essere previste indagini geognostiche per la verifica delle condizioni geotecniche locali (IGT), con particolare riferimento alla sottoclasse 3H1_R secondo quanto indicato nell'Art. 2 delle presenti norme, con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

La ridotta/bassa soggiacenza della falda rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica.

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione, sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM). Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3. comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (Art. 3, comma 3).

CLASSE 3RSP/3RSP' – aree RSP PGRA (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Porzioni di piana alluvionale del F. Ticino, comprese entro gli scenari P3/H e P2/M del Reticolo Secondario di Pianura (RSP) del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA).

Sottoclasse 3RSP': ambiti 3RSP compresi in Fascia B PAI.

Problematiche generali: Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (TR 200) e poco frequenti (TR 20/50) e con pericolosità idraulica residua riferita alla Fascia B PAI. Aree a bassa soggiacenza dell'acquifero (<5m).

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica del rischio idraulico residuo, alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni e all'interferenza con le acque di falda nel caso di scavi interrati. Limitazioni di fascia B del PAI per la sottoclasse 3RSP'.

Opere edificatorie ammissibili:

Classe 3RSP: sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie corredate da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie), subordinatamente all'esecuzione degli interventi di mitigazione del rischio specifici per l'ambito di interesse e/o alla redazione di progetti idraulicamente compatibili, facendo riferimento, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle tipologie di misure di mitigazione del rischio riportate all'art. 9 delle presenti norme. La distribuzione delle volumetrie e degli spazi ad uso non abitativo entro gli edifici dovrà essere definita in funzione del livello di rischio ammissibile per la tipologia di uso al fine di minimizzare il periodo di inagibilità. La realizzazione di nuovi piani interrati e seminterrati è consentita sulla base di studi di approfondimento che attestino, per lo specifico progetto edilizio, l'assenza o la mitigabilità del rischio idraulico residuo; è consentita la messa in sicurezza degli interrati esistenti. Si rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

Sottoclasse 3RSP': Limitazioni di Fascia B del PAI: consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle Nda del PAI.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento
- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani

- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Dovranno essere previste indagini geognostiche per la verifica delle condizioni geotecniche locali (IGT), con particolare riferimento alla sottoclasse 3RSP_R secondo quanto indicato nell'Art. 2 delle presenti norme, con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

La ridotta/bassa soggiacenza della falda rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica.

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione, sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM). Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3RP_L/3RP_L' -aree RP P1/L (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Porzioni esterne alla zonazione di pericolosità desunta dallo studio di approfondimento idraulico ma ricomprese entro lo scenario P1/L del Reticolo Principale (RP) del Piano Gestione Rischio Alluvione ed esterne al centro edificato.

Sottoclasse 3RP_L': ambiti 3RP_L ricadenti in fascia B PAI

Problematiche generali: Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare TR 500) e con pericolosità idraulica residua riferita alla Fascia B PAI. Aree a bassa soggiacenza (<5m).

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica del rischio idraulico e all'assetto idrogeologico locali.

Opere edificatorie ammissibili:

Classe 3RP_L: sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie corredate da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie) subordinatamente all'esecuzione degli interventi di mitigazione del rischio specifici per l'ambito di interesse e/o alla redazione di progetti idraulicamente compatibili, facendo riferimento, a titolo esemplificativo e non esaustivo, alle tipologie di misure di mitigazione del rischio riportate all'art. 9 delle presenti norme. La distribuzione delle volumetrie e degli spazi ad uso non abitativo entro gli edifici dovrà essere definita in funzione del livello di rischio residuo per la tipologia di uso al fine di minimizzare il periodo di inagibilità. La realizzazione di nuovi piani interrati e seminterrati è consentita sulla base di studi di approfondimento che attestino, per lo specifico progetto edilizio, l'assenza o la mitigabilità del rischio idraulico residuo; è consentita la messa in sicurezza degli interrati esistenti.

Sottoclasse 3RP_L': limitazioni di Fascia B del PAI: consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle NdA del PAI.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento
- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani
- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Dovranno essere previste indagini geognostiche per la verifica delle condizioni geotecniche locali (IGT) secondo quanto indicato nell'Art. 2 delle presenti norme, con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

La ridotta/bassa soggiacenza della falda rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente

compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica.

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione, sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM). Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3R/3R_H1'/3R_B – riporti, aree archeologiche (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Aree interessate da terreni di riporto costituiti da sabbie limose, ciottoli, frammenti di laterizi, scorie di fonderia, ecc. Zone con locale presenza di cavità nel sottosuolo (collettori fognari di epoca romana e medioevale).

Sottoclasse 3R_H1': ambiti 3R ricadenti in fascia B PAI interni C.E.

Sottoclasse 3R_B: ambiti 3R ricadenti in fascia B PAI esterni a C.E.

Problematiche generali: Aree caratterizzata dalla presenza di terreni di riporto dalle caratteristiche litotecniche e geotecniche non note. Aree di interesse archeologico con presenza di cavità i cui eventuali crolli potrebbero indurre cedimenti o lesioni strutturali al patrimonio edilizio esistente. 3R_H1' e 3R-B: pericolosità idraulica residua riferita alla Fascia B PAI

Parere sulla edificabilità: Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche geotecniche dei terreni e al rischio idraulico locale.

Opere edificatorie ammissibili:

Classe 3R: sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie corredate da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie).

Sottoclasse 3R_H1': norme di classe 3H1.

Sottoclasse 3R_B: limitazioni di Fascia B del PAI - consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle NdA del PAI.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: le particolari condizioni di tali aree richiedono necessariamente l'effettuazione di studi per il recupero morfologico e di ripristino ambientale (SRM) ed indagini geognostiche di approfondimento (IGT), secondo quanto indicato all'art. 2 delle presenti norme, per la verifica litotecnica e di capacità portante dei terreni, valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV), nonché indagini archeologiche nei siti interessati da patrimonio storico, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva di qualunque opera sul territorio. Le suddette indagini geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera anche al fine di consentire la corretta progettazione strutturale e degli idonei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche.

Il cambio di destinazione d'uso dell'area necessita della verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale di Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D. Lgs. 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo come definiti dall'art. 3, comma 1, lettere a), b), c), d) del D.P.R. 380/2001.

Per le opere ammesse negli ambiti a rischio idraulico (3R_H1' e 3R_B) si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento
- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani
- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM). E' da prevedere in tutti i casi la predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D. Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3BO / 3BO_H3 / 3BO_S / 3BO_B / 3BO_S_B / 3BO* / 3BO*_H1'-aree antropiche/in bonifica (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Ambiti condizionati da attività antropiche attuali e pregresse:

Classe 3BO:

-siti con piano di caratterizzazione / progetti operativi di bonifica / interventi di bonifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 in corso o non conclusi;

-siti con bonifica certificata ai sensi del D.Lgs 152/06, per la destinazione d'uso commerciale /industriale.

-siti con bonifica conclusa per la destinazione d'uso commerciale/industriale;

- siti bonificati con misure di sicurezza;

- siti bonificati con analisi di rischio.

Si differenzia nelle seguenti sottoclassi:

Sottoclasse 3BO_H3: porzioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata H3;

Sottoclasse 3BO_S: siti compresi entro aree a bassa soggiacenza (<5m).

Sottoclasse 3BO_B: ambiti 3BO in Fascia B PAI esterni a C.E.

Sottoclasse 3BO_B_Sambiti 3BO in Fascia B PAI esterni a C.E. e in bassa soggiacenza (<5m)

Classe 3BO*: -azienda a rischio di incidente rilevante; -depuratore;

Sottoclasse 3BO*_H1': ambito 3BO*(depuratore) in fascia fluviale B PAI in C.E.

L'individuazione cartografica di dettaglio del perimetro degli ambiti di bonifica e della conseguente classe di fattibilità dovrà essere verificata ed approfondita in base alla documentazione amministrativa ufficiale.

Problematiche generali: Suoli con contaminazione potenziale o accertata.

Nella sottoclasse H3: problematiche da esondazione/allagamenti, desunte da studio di approfondimento idraulico alla scala comunale (verifica per eventi con $T_r=200$ anni). Nelle sottoclassi B : pericolosità residua riferita alla fascia B PAI. Nelle sottoclassi S: bassa soggiacenza.

Le puntuali caratteristiche litotecniche sono desumibili dall'unità geotecnica di appartenenza.

Parere sulla edificabilità: **Classe 3BO*:** Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica dello stato di salubrità dei suoli (Regolamento Locale di Igiene). **Classe 3BO:** Favorevole con consistenti limitazioni legate alla bonifica delle aree e/o al raggiungimento di standard qualitativi dei terreni conformi alla prevista destinazione urbanistica. La tipologia edificatoria può essere condizionata dall'entità di contaminazione dei suoli. **Per le sottoclassi H3, H1' e B** consistenti limitazioni legate anche alla verifica del rischio idraulico. **Per la sottoclasse S:** consistenti limitazioni legate alla verifica dell'interferenza con le acque di falda nel caso di scavi interrati.

Opere edificatorie ammissibili: Limitazioni d'uso previste dal D.Lgs. 152/06 e/o dagli obiettivi di bonifica/prescrizioni previste nella certificazione e in funzione del livello di rischio idraulico. Per gli ambiti a pericolosità idraulica H3 vigono anche le limitazioni di cui alla classe di fattibilità 3H3.

Sottoclassi 3BO_B, 3BO_B_S: limitazioni di Fascia B del PAI - consentiti solo gli interventi previsti dagli artt. 30, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41 delle NdA del PAI.

Sottoclasse 3BO*_H1': limitazioni di classe 3H1.

A seguito dell'avvenuta bonifica, in caso di raggiungimento dei limiti di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5, Titolo V, parte quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale), il perimetro della classe di fattibilità 3BO diventerà inefficace ed all'area verrà attribuita la fattibilità geologica del contesto desumibile dalla carta di sintesi. Resta inteso che le limitazioni di cui alla classe di fattibilità geologica del contesto (nel caso specifico 3H3, 3H2, 3H1, 3H1) sono da considerarsi da subito cogenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: **Classe 3BO*:** la modifica di destinazione d'uso di tale classe necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Classe 3BO: la modifica di destinazione d'uso di queste aree necessita:

- il completamento dei procedimenti di bonifica in corso;
- qualora la modifica di destinazione d'uso di queste aree e la fruizione del sito richiedesse l'adozione di limiti di accertabilità della contaminazione più restrittivi di quelli raggiunti con gli interventi di bonifica conclusi, dovranno avviarsi le procedure previste dal D. Lgs. 152/06 "Norme in materia ambientale" (Analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Ad approvazione del progetto relativo alla bonifica e messa in sicurezza dei siti inquinati, la compatibilità degli interventi edificatori con le condizioni geotecniche dei terreni rendono necessarie indagini geognostiche di approfondimento (IGT), secondo quanto indicato all'art. 2 delle presenti norme, con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) connesso al terreno in esame, anche in relazione alla collocazione dell'opera, finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Per le opere ammesse negli ambiti a rischio idraulico (sottoclassi H) si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere.

Per gli ambiti a bassa soggiacenza (sottoclasse S) si rende necessaria, inoltre, la verifica idrogeologica che deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica. (MP).

Interventi da prevedere in fase progettuale: dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) ai sensi del D. Lgs 152/06.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento sia civile che industriale, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO). Sono da prevedere interventi di regimazione idraulica (RE) per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee ed interventi di difesa del suolo nelle aree a rischio idraulico (DS).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3. comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3F2/3F2_S - scadenti/mediocri caratteristiche geotecniche (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Golene dei corsi d'acqua minori e fasce in scarpata a ridosso delle golene in sponda sinistra del Ticino. Depositi fluviali costituiti da sabbie fini prevalenti con subordinate ghiaie e con intercalazioni lenticolari e/o continue di limi e limi argillosi.

Sottoclasse 3F2_S: porzioni a bassa soggiacenza (<5m)

Problematiche generali: Aree caratterizzate da terreni con scadenti/mediocri caratteristiche geotecniche per la presenza di livelli coesivi-compressibili. Soggiacenza dell'acquifero <5m.

Parere sulla edificabilità: Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti e di drenaggio dei terreni, dell'interferenza con le acque di falda nel caso di scavi interrati

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le tipologie di interventi edificatori oltre alle opere infrastrutturali previa specifica indagine. Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti. Relativamente agli ambiti produttivi (opere tipo 4) ricadenti in sottoclasse 3F2_s la realizzazione dei vani interrati o seminterrati è condizionata dalla bassa soggiacenza dell'acquifero (< 5m); si vieta pertanto in tali aree la realizzazione di vani interrati adibiti ad uso produttivo o con utilizzo di sostanze pericolose/insalubri, mentre si sconsiglia la realizzazione di vani adibiti a stoccaggio di sostanze pericolose. Potranno invece essere realizzati vani interrati compatibilmente con le situazioni idrogeologiche locali, ospitanti magazzini e/o depositi di sostanze non pericolose, parcheggi sotterranei, uffici dotati di collettamento delle acque di scarico con rilancio alla fognatura.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la puntuale verifica litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nell'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV), al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere.

La verifica idrogeologica (**Sottoclasse 3F2_S**) deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica.

Ai fini della tutela della qualità dei suoli e delle acque sotterranee, per i nuovi insediamenti produttivi con scarichi industriali impattanti, stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi e/o

materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo, dovranno essere previsti sistemi di controllo ambientale (CA), come previsto nell'art. 7 delle norme geologiche.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS) e/o dei casi contemplati nel D. Lgs. 152/06. Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).-

Le suddette indagini dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario, inoltre, che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3B4 - scadenti caratteristiche geotecniche (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Porzione degli ambiti terrazzati in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura; depositi fluvioglaciali costituiti da sabbie con rari orizzonti a ghiaietto passanti a limi e limi argillosi

Problematiche generali: Aree caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche scadenti in superficie

Parere sulla edificabilità: Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti e di drenaggio dei terreni.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le tipologie di interventi edificatori oltre alle opere infrastrutturali previa specifica indagine. Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la puntuale verifica litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nell'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV), al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS) e/o dei casi contemplati nel D. Lgs. 152/06. Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).-

Le suddette indagini dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario, inoltre, che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z3a: Applicazione in fase progettuale della procedura semplificata di cui al D.M. 17/01/18, assumendo un coefficiente S_t unitario, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

CLASSE 3A5 -vulnerabilità estremamente elevata - (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Ambito di pianura sopraelevato rispetto al fondovalle del F. Ticino costituito da sabbie prevalenti.

Problematiche generali: Aree con terreni con buone caratteristiche geotecniche, localmente scadenti in superficie per la presenza di livelli coesivi-compressibili. Soggiacenza dell'acquifero < 5 m.

Parere sulla edificabilità: Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti e di drenaggio dei terreni, dell'interferenza con le acque di falda nel caso di scavi interrati.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le tipologie di interventi edificatori oltre alle opere infrastrutturali previa specifica indagine. Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti. Relativamente agli ambiti produttivi (opere tipo 4) la realizzazione dei vani interrati o seminterrati è condizionata dalla bassa soggiacenza dell'acquifero (< 5m); si vieta pertanto in tali aree la realizzazione di vani interrati adibiti ad uso produttivo o con utilizzo di sostanze pericolose/insalubri, mentre si sconsiglia la realizzazione di vani adibiti a stoccaggio di sostanze pericolose. Potranno invece essere realizzati vani interrati compatibilmente con le situazioni idrogeologiche locali, ospitanti magazzini e/o depositi di sostanze non pericolose, parcheggi sotterranei, uffici dotati di collettamento delle acque di scarico con rilancio alla fognatura.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la puntuale verifica litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nell'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV), al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere.

La verifica idrogeologica deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica. Nel caso di opere che prevedano la realizzazione di piani interrati dovrà essere valutata tramite monitoraggio piezometrico (MP) e studio storico dell'escursione di falda, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera in progetto, nonché la conseguente compatibilità degli interventi con la circolazione idrica.

Ai fini della tutela della qualità dei suoli e delle acque sotterranee, per i nuovi insediamenti produttivi con scarichi industriali impattanti, stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo, dovranno essere previsti sistemi di controllo ambientale (CA), come previsto nell'art. 7 delle norme geologiche.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS) e/o dei casi contemplati nel D. Lgs. 152/06. Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).-

Le suddette indagini dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario, inoltre, che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3. comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

CLASSE 3A6 - scadenti/mediocri caratteristiche geotecniche (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Porzioni dell'ambito di pianura sopraelevato rispetto al fondovalle del F. Ticino costituito da sabbie prevalenti con intercalazioni di limi e limi argillosi.

Problematiche generali: Aree caratterizzate da terreni con mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche per la presenza di livelli coesivi-compressibili.

Parere sulla edificabilità: Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti e di drenaggio dei terreni.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le tipologie di interventi edificatori oltre alle opere infrastrutturali previa specifica indagine. Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la puntuale verifica litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nell'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV), al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS) e/o dei casi contemplati nel D. Lgs. 152/06. Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).-

Le suddette indagini dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario, inoltre, che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2b con $A_{max} > 0,1 g$: applicazione in fase progettuale di analisi di 2°/3° grado di approfondimento (modalità operative riassunte nelle schede di approfondimento di cui alla D.G.R. X/5001 del 30 marzo 2016) (art. 3, comma 3).

CLASSE 3F1/3F1_H1' – ripiani golenali F. Ticino - (fattibilità con consistenti limitazioni)

Principali caratteristiche: Ripiani golenali con depositi fluviali caratterizzati da sabbie e ghiaie sciolte con locali e discontinue intercalazioni di limi e limi argilloso-torbosi.

Sottoclasse 3F1_H1': ambiti 3F1 non interessati da zonazione di pericolosità idraulica desunta da studio di approfondimento, ricadenti in fascia B PAI in C.E.

Problematiche generali: Aree non interessate da pericolosità idraulica, ma parzialmente comprese in Fascia B PAI, terreni con buone caratteristiche geotecniche, localmente scadenti in superficie.

Parere sulla edificabilità: Favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica del rischio idraulico residuo, delle caratteristiche portanti dei terreni ed alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Opere edificatorie ammissibili:

Classe 3F1: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti.

Sottoclasse 3F1_H1': norme di classe 3H1.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzati alla verifica del rischio idraulico residuo con individuazione delle eventuali opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Si rende necessaria la verifica litotecnica e idrogeologica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di indagini geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato all'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere. La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Le suddette indagini geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Per gli ambiti a rischio idraulico (3F1_H1') si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI), finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate. Gli studi idraulici forniranno le quote di allagamento locale al fine di definire le condizioni di progettazione delle opere ed in particolare:

- realizzare le superfici abitabili e le aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici a quote sopraelevate rispetto alla quota locale di allagamento
- i nuovi piani seminterrati o derivanti da modifiche di quelli già esistenti saranno costituiti unicamente da spazi di servizio senza locali con permanenza di persone (bagni, cucine, ecc...); inoltre dovranno essere previsti elementi strutturali permanenti di sbarramento idraulico continuo fino alla quota di allagamento locale ed essere previste uscite di emergenza che consentano la rapida evacuazione dei vani
- in caso di danni derivanti da fenomeni esondazione, il soggetto interessato deve rinunciare al risarcimento degli stessi nei confronti dell'amministrazione pubblica.

Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1)

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI

CLASSE 2B3 – ambiti terrazzati intermedi (fattibilità con modeste limitazioni)

Principali caratteristiche: Ambiti terrazzati in posizione intermedia tra il fondovalle del F. Ticino e l'ambito di pianura; depositi fluvioglaciali costituiti da sabbie con rari orizzonti a ghiaietto e sporadica presenza di limi e orizzonti torbosi in superficie.

Problematiche generali: Aree caratterizzate da mediocri/buone caratteristiche geotecniche in superficie.

Parere sulla edificabilità: Favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni ed alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la verifica litotecnica e idrogeologica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di indagini geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato all'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere. La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Le suddette indagini geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z3a: Applicazione in fase progettuale della procedura semplificata di cui al D.M. 17/01/18, assumendo un coefficiente S_t unitario, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

CLASSE 2A5_A7–ambiti di pianura (fattibilità con modeste limitazioni)

Principali caratteristiche: Ambiti di pianura sopraelevato rispetto al fondovalle del F. Ticino costituito da sabbie prevalenti.

Problematiche generali: Aree caratterizzate da terreni con buone caratteristiche geotecniche, localmente scendenti in superficie.

Parere sulla edificabilità: Favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche portanti dei terreni ed alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Sono ammessi gli interventi di cui all'art. 3, comma 1 del D.P.R. 380/2001, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la verifica litotecnica e idrogeologica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di indagini geognostiche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato all'art. 2 delle presenti norme. Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere. La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di

Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Le suddette indagini geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione:

Per gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e per quelli che possano assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso (elenco di cui al d.d.u.o. n. 7237 del 22.05.2019): analisi di risposta sismica locale (art. 3, comma 4).

Per le altre categorie di edifici ricadenti nei seguenti scenari:

Scenari Z4a: applicazione in fase progettuale della procedura semplificata basata sulla determinazione della categoria sismica di sottosuolo di cui al D.M. 17/01/18, senza necessità di ulteriori approfondimenti di analisi (art. 3, comma 1).

Scenari Z2a: applicazione in fase progettuale del 3° livello di analisi sismica (All. 5 D.G.R. IX/2616/2011) (art. 3, comma 2).

ARTICOLO 5 – AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

1) Zona di Tutela Assoluta

La zona di Tutela Assoluta è sottoposta alle limitazioni d'uso previste dall'art. 94 comma 3 del D.lgs. 152/2006.

Area da adibirsi esclusivamente alle opere di presa e a costruzioni di servizio, sottoposta alle limitazioni d'uso previste dall'art. 94 del D.lgs. 152/2006, a salvaguardia delle opere di captazione (tutela idrogeologica della captazione da rischi di contaminazione accidentale).

La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

2) Zona di Rispetto

La zona di rispetto è sottoposta alle limitazioni d'uso previste dall'art. 94 commi 4, 5 e 6 del D.lgs. 152/2006 e dalla D.G.R. 7/12693 del 10.4.2003.

Art. 94 Comma 4 D.Lgs. 152/06

La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi
- c) 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
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade
- e) aree cimiteriali
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda
- g) 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
- h) gestione di rifiuti
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli
- m) pozzi perdenti
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 Kg/ettaro di azoto presente negli affluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta

Art. 94 Comma 5 D.Lgs. 152/06

Per gli insediamenti o le attività di cui all'elenco precedente, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza. La Regione disciplina, all'interno della zona di rispetto, le seguenti strutture o attività:

- e) fognature
- f) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione
- g) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio
- h) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lett. c) del precedente elenco.

Art. 94 Comma 6 D.Lgs. 152/06

In assenza di diversa individuazione da parte degli organi competenti della zona di rispetto, la medesima ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La **D.G.R. 7/12693 del 10.4.2003** formula i criteri e gli indirizzi in merito:

- alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto dei pozzi esistenti
- all'ubicazione di nuovi pozzi destinati all'approvvigionamento potabile

In particolare, in riferimento alla pianificazione comunale, l'allegato 1, punto 3 di cui alla delibera sopraccitata, fornisce le direttive per la disciplina delle seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

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

Realizzazione di fognature

Per fognature si intendono i collettori di acque bianche, di acque nere e di acque miste, nonché le opere d'arte connesse, sia pubbliche sia private.

I nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:

- costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima
- essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e opere di sollevamento

Ai fini della tenuta, tali tratti potranno in particolare essere realizzati con tubazioni in cunicolo interrato dotato di pareti impermeabilizzate, avente fondo inclinato verso l'esterno della zona di rispetto, e corredato di pozzetti rompitratta i quali dovranno possedere analoghe caratteristiche di tenuta ed essere ispezionabili, oggetto di possibili manutenzioni e con idonea capacità di trattamento. In alternativa, la tenuta deve essere garantita con l'impiego di manufatti in materiale idoneo e valutando le prestazioni nelle peggiori condizioni di esercizio, riferite nel caso specifico, alla situazione di livello liquido all'intradosso dei chiusini delle opere d'arte.

Nella zona di rispetto di una captazione da acquifero non protetto:

- non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione
- è in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia

Per tutte le fognature nuove (principali, secondarie, allacciamenti) insediate nella zona di rispetto sono richieste le verifiche di collaudo.

I progetti e la realizzazione delle fognature devono essere conformi alle condizioni evidenziate e la messa in esercizio delle opere interessate è subordinata all'esito favorevole del collaudo.

Realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione

Nelle zone di rispetto:

- per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda
- le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, in particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni)

In tali zone non è inoltre consentito:

- la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo (stoccaggio di sostanze chimiche pericolose ai sensi dell'art. 21, comma 5, lett. i) del D.lgs. 152/1999)
- l'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose
- l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, a meno di non utilizzare sostanze antiparassitarie che presentino una ridotta mobilità nei suoli

Realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in generale infrastrutture di servizio

Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie, fermo restando che:

- le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda, prevedendo allo scopo un manto stradale o un cassonetto di base impermeabili e un sistema per l'allontanamento delle acque di dilavamento che convogli gli scarichi al di fuori della zona indicata o nella fognatura realizzata in ottemperanza alle condizioni in precedenza riportate
- lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio di mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose
- lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose

Nei tratti viari o ferroviari che attraversano la zona di rispetto è vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato, in particolare dovrà essere mantenuta una distanza di almeno 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione. Tale distanza dovrà essere determinata tenendo conto delle oscillazioni piezometriche di lungo periodo (indicativamente 50 anni).

E' opportuno favorire la costruzione di cunicoli multiuso per il posizionamento di varie infrastrutture anche in tempi successivi, in modo da ricorrere solo in casi eccezionali, ad operazioni di scavo all'interno della zona di rispetto.

Pratiche agricole

Nelle zone di rispetto sono consigliate coltivazioni biologiche, nonché bosco o prato stabile, quale contributo alla fitodepurazione. È vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, come previsto dal regolamento attuativo della L.R. 37/1993. Per i nuovi insediamenti e per le aziende che necessitano di adeguamenti delle strutture di stoccaggio, tali strutture non potranno essere realizzate all'interno delle aree di rispetto, così come dettato dall'art. 9 del regolamento attuativo della citata L.R. 37/1993.

L'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi residui di origine urbana o industriale è comunque vietato.

Inoltre l'utilizzo di antiparassitari è limitato a sostanze che presentino una ridotta mobilità all'interno dei suoli.

Nuovi pozzi ad uso potabile

Per quanto riguarda l'ubicazione di nuovi pozzi ad uso potabile, l'allegato 1, punto 4 di cui alla D.G.R. 7/12693 del 10.4.2003 formula i seguenti indirizzi.

L'ubicazione di nuovi pozzi ad uso potabile deve essere di norma prevista in aree non urbanizzate o comunque a bassa densità insediativa. L'accertamento della compatibilità tra le strutture e le attività in atto e la realizzazione di una nuova captazione, con la delimitazione della relativa zona di rispetto ai sensi della D.G.R. 6/15137 del 27.6.1996, è effettuata dalla Provincia sulla base degli studi prescritti, integrati dai risultati delle indagini effettuate sulle strutture e attività presenti nella zona medesima.

Aree scarsamente urbanizzate

La delimitazione della zona di rispetto è operata sulla base del criterio idrogeologico o temporale, non essendo consentita, per le nuove captazioni, l'applicazione del criterio geometrico.

Allo scopo di proteggere le risorse idriche captate, dovrà essere favorita la localizzazione di pozzi captanti acque da acquiferi non protetti in aree già destinate a verde pubblico, in aree agricole o in aree a bassa densità abitativa.

Aree densamente urbanizzate

Qualora un nuovo pozzo debba essere realizzato in aree densamente urbanizzate, con sfruttamento di acquiferi vulnerabili ai sensi della D.G.R. 6/15137 del 27.6.1996, la richiesta di autorizzazione all'escavazione dovrà documentare l'assenza di idonee alternative sotto il profilo tecnico/economico.

La richiesta, fermi restando i contenuti previsti dalla citata deliberazione, sarà inoltre corredata da:

- individuazione delle strutture e attività presenti nella zona di rispetto
- valutazione delle condizioni di sicurezza della zona, contenente le caratteristiche e le verifiche idrauliche e di tenuta delle eventuali fognature presenti, documentate anche mediante ispezioni, le modalità d'allontanamento delle acque, comprese quelle di dilavamento delle infrastrutture viarie e ferroviarie e di quelle eventualmente derivanti da volumi edificati soggiacenti al livello di falda

- programma di interventi per la messa in sicurezza della captazione, che potrà prevedere a tal fine interventi sulle infrastrutture esistenti, identificando i relativi costi e tempi di realizzazione

Nel caso considerato, non essendo possibile la delimitazione di una vera e propria zona di rispetto, il criterio di protezione della captazione sarà di tipo dinamico e la concessione di derivazione d'acqua indicherà le prescrizioni volte alla tutela della qualità della risorsa idrica interessata, quali la realizzazione del predetto programma degli interventi, la messa in opera di piezometri per il controllo lungo il flusso di falda e la previsione di programmi intensivi di controllo della qualità delle acque emunte.

L'attuazione degli interventi o delle attività di cui all'art. 94, comma 4 del D.lgs. 152/2006 e di cui al punto 3 – allegato 1 alla D.G.R. 7/12693 del 10.4.2003 entro le zone di rispetto è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ridelimitazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da D.G.R. 6/15137 del 27.6.1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità della risorsa idrica e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

ARTICOLO 6 - GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E DI SCARICO E PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA

1. I principali riferimenti normativi per la gestione delle acque superficiali e sotterranee a livello di pianificazione comunale sono:

- **PAI – Autorità di Bacino del F. Po:** persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico. Tra i principi fondamentali del PAI vi è quello di mantenere/aumentare la capacità di deflusso dell'alveo, migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e delle laminazioni delle piene, porre dei limiti alle portate scaricate dalle reti di drenaggio artificiali
- il **PTUA - 2016**, Norme Tecniche di Attuazione, Art. 51 "*Gestione sostenibile del drenaggio urbano*": in via transitoria, fino all'entrata in vigore del regolamento di invarianza (vedi successivamente), tale articolo detta limitazioni relativamente a nuovi scarichi provenienti da sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche a servizio di aree di nuova urbanizzazione, ovvero: deve essere garantito che la portata scaricata nel recettore sia compatibile con la capacità idraulica del medesimo e comunque che sia contenuta entro il valore massimo ammissibile di 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

Le portate degli scarichi di sfioratori di piena delle reti fognarie unitarie o da reti pubbliche di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento a servizio di aree già urbanizzate collocate in aree ad alta e media criticità idraulica sono limitate mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore e comunque entro il valore massimo ammissibile di 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.

- **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale:** costituisce il riferimento normativo principale sugli obiettivi di qualità ambientale e sugli strumenti di tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee;

- il **Regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 2** "*Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo della acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26*" fornisce all'art. 6 disposizioni finalizzate al risparmio e riutilizzo della risorsa idrica per i progetti di nuova edificazione;
 - il **Regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 3** "*Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26*", fornisce indicazioni sulla disciplina degli scarichi di acque reflue domestiche, assimilabili e delle reti fognarie;
 - il **Regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 4** "*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26*" fornisce indicazioni in merito alla regolamentazione, raccolta e scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (acque per le quali sussistano particolari ipotesi nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose). Con successiva D.G.R. 21 giugno 2006 n. 8/2772 sono state emanate le direttive per l'accertamento dell'inquinamento delle acque di seconda pioggia in attuazione dell'Art. 4 del citato r.r. 4/2006.
 - la **L.R. n. 4 del 15 marzo 2016** "*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua*", ha come scopo la tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di **mettere in sicurezza il territorio** e di intervenire sull'**attenuazione del livello di rischio idrogeologico**.
 - il **Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7** approva il regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio).
2. La gestione delle acque superficiali e sotterranee dovrà avere i seguenti obiettivi:
- a) la mitigazione del rischio idraulico (allagamento) ad opera delle acque di esondazione del F. Ticino, secondo i più recenti principi dell'Autorità di Bacino del fiume Po, del Programma di Tutela ed uso delle Acque e del Principio di Invarianza, mediante:
 - o riduzione, a livello di pianificazione dell'intera asta fluviale, delle portate attraverso la realizzazione di vasche di laminazione;
 - o riduzione degli apporti dalle reti fognarie mediante formazione di vasche volano;
 - o mantenimento delle aree di espansione naturale.
 - b) il rispetto dei principi di limitazione dello scarico di acque meteoriche in fognatura o nel corpo idrico recettore dati dall'attuale normativa di settore;
 - c) la riduzione degli apporti di acque meteoriche provenienti dalle superfici già impermeabilizzate o di futura impermeabilizzazione, con differenziazione dei recapiti finali a seconda dello stato qualitativo delle acque, favorendo, ove consentito dalla normativa vigente e dalle condizioni idrogeologiche, lo smaltimento nel sottosuolo (sistemi disperdenti superficiali). Tale disciplina non potrà applicarsi in corrispondenza delle aree o attività di cui all'art. 3 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 4

"Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003 n. 26", dove vige quanto indicato nel regolamento stesso. I presupposti minimi alla base di un corretto dimensionamento dei pozzi disperdenti dovranno essere i seguenti:

- studio idrologico-idraulico, da effettuarsi in sede di rilascio del permesso di costruire/SCIA, finalizzato alla determinazione delle portate delle acque meteoriche da smaltire in base ai dati pluviometrici dell'area, distinte in portate delle acque pluviali, di I pioggia e di II pioggia in funzione della ripartizione e tipologia delle superfici scolanti;
 - pozzo/trincea pilota e prove di campo finalizzati alla conoscenza della permeabilità dell'acquifero;
 - i pozzi/trincee disperdenti dovranno avere una profondità non superiore a 1,5 m nel caso di soggiacenza della superficie piezometrica non inferiore a 3 m di profondità; in caso contrario sarà permesso lo smaltimento subsuperficiale delle acque tramite tecniche di subirrigazione.
- d) la salvaguardia dell'acquifero, a protezione dei pozzi di approvvigionamento idrico potabile e la pianificazione dell'uso delle acque. La pianificazione dell'uso delle acque potrà avvenire:
- differenziando l'utilizzo delle risorse in funzione della valenza ai fini idropotabili e della potenzialità idrica;
 - limitando al fabbisogno potabile in senso stretto l'utilizzo di fonti di pregio;
 - prevedendo l'utilizzo di fonti distinte ed alternative al pubblico acquedotto (es. pozzi autonomi di falda ad uso irriguo, igienico-sanitario, industriale e antincendio);
 - ai sensi dell'art. 38 del PTCP promuovendo il risparmio idrico, con la distinzione delle reti di distribuzione in acque di alto e basso livello qualitativo e interventi di riciclo e riutilizzo delle acque meteoriche nei nuovi insediamenti e infrastrutture previsti. Gli interventi devono essere rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di primo sottosuolo, con individuazione dell'idoneo recapito finale delle acque nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche locali, rispettando il principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi della L.R. 4/2016 e del relativo Regolamento di attuazione n. 7 del 23/11/2017.
- e) Con l'obiettivo del risparmio e del corretto utilizzo della risorsa idrica, si riporta di seguito un estratto di quanto previsto dal Regolamento Regionale n. 2 del 24 marzo 2006 all'art. 6 in merito ai progetti di nuova edificazione e agli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente:
- Introduzione negli impianti idrico-sanitari di dispositivi idonei ad assicurare una significativa riduzione del consumo di acqua, quali frangi getto, erogatori riduttori di portata, cassetta di scarico a doppia cacciata;
 - Realizzazione di rete di adduzione in forma duale;
 - Circolazione forzata dell'acqua calda ad uso potabile per edifici condominiali o grandi unità abitative;
 - Installazione, per ogni utente finale, di appositi misuratori di volume o portate erogate, omologati a norma di legge;

- Adozione, per gli usi diversi dal consumo umano ove possibile, di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici.
3. In merito alla gestione delle acque di scarico, si riportano alcune indicazioni relative al recapito dei reflui.
- In tutte le aree urbane (intesi come gli "agglomerati" di cui al Regolamento Regionale n. 3/2006, art. 4) edificate o previste devono essere presenti o, se non esistenti, devono essere previste, adeguate opere di fognatura e collettamento, e tutti i fabbricati devono essere ad essi regolarmente allacciati;
 - È auspicabile la realizzazione di reti separate (acque meteoriche e acque nere) che consentano il raggiungimento di alcuni importanti obiettivi, quali:
 - Avere una rete di sole acque nere, onde scongiurare tracimazioni degli scarichi di piena, con conseguenze negative anche di ordine igienico-sanitario, soprattutto in condizioni di tempo asciutto;
 - Non gravare sui sistemi di depurazione, che spesso, in occasione di eventi meteorici importanti, attivano il rispettivo by-pass;
 - Gli scarichi devono recapitare nei sistemi di collettamento e depurazione realizzati o previsti secondo il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA). Al fine di evitare ripercussioni negative di ordine igienico-sanitario, dovranno essere evitate situazioni di fabbricati con scarichi non allacciati a tali sistemi, fatti salvi i casi isolati, in zone non servite da pubblica fognatura, in cui gli scarichi dovranno essere regolarmente autorizzati.
4. il rispetto dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica e del drenaggio urbano sostenibile, attraverso l'applicazione dei disposti del regolamento regionale 23 novembre n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)", attuativo della Legge Regionale 15 marzo 2016, n. 4 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua".

ARTICOLO 7 - REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA

Il Comune di Pavia è dotato dello studio "Ricognizione del Reticolo Idrico Minore (R.I.M.) di competenza comunale a supporto del Documento di Polizia Idraulica" redatto da Ing. Cassani nel 8/2020 ai sensi della D.G.R. X/7581/2017. Di seguito si riportano sinteticamente i risultati dello studio, con particolare riferimento all'elaborato "Relazione Tecnica" e alle tavole ad essa allegate; per gli aspetti di dettaglio si rimanda al documento completo.

Il territorio comunale è caratterizzato da corsi d'acqua appartenenti al RIP, RIB e RIM (cfr. par. 9.2). Per gli aspetti relativi al Regolamento di Polizia Idraulica si rimanda allo studio RIM.

I riferimenti normativi fondamentali e generali ("sovraordinati") per la determinazione delle attività di polizia idraulica sono:

- D.G.R. 18 dicembre 2017 n. X/7581 Aggiornamento della D.G.R. 23 ottobre 2015 "Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di Polizia Idraulica" e

- determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016 n. 4, art. 13, comma 4;
- Codice civile (artt. 822 e ss. cc.)
 - L. 20 marzo 1865, n. 2248 (Allegato F) "Legge sulle opere pubbliche"
 - R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici"
 - R.D.L. 18 giugno 1936, n. 1338 "Provvedimenti per agevolare e diffondere la coltivazione del pioppo e di altre specie arboree nelle pertinenze idrauliche demaniali"
 - R.D. 9 dicembre 1937, n. 2669 "Regolamento sulla tutela di opere idrauliche di 1ª e 2ª categoria e delle opere di bonifica"
 - L. 16 maggio 1970, n. 281 "Provvedimenti finanziari per l'attuazione delle Regioni a statuto ordinario"
 - D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 "Attuazione della delega di cui all'art. 1 della legge 22 luglio 1975, n. 382"
 - L. 5 gennaio 1994, n. 37 "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche"
 - L. 15 marzo 1997, n. 59 "Delega al Governo per il conferimento di funzioni e compiti alle regioni ed enti locali, per la riforma della pubblica amministrazione e per la semplificazione amministrativa" D.P.R. 18 febbraio 1999, n. 238 "Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della legge 5 gennaio 1994, n. 36 in materia di risorse idriche"
 - D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59"
 - D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
 - D.Lgs. 2 gennaio 2018, n. 1 "Codice della protezione Civile"
 - L.R. 5 gennaio 2000, n. 1 "Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59)"
 - L.R. 2 aprile 2002, n. 5 "Istituzione dell'Agenzia interregionale per il fiume Po (AIPO)"
 - L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche"
 - L.R. 29 giugno 2009, n. 10 "Disposizioni in materia di ambiente e servizi di interesse economico generale - Collegato ordinamentale"
 - L.R. 1 febbraio 2012, n. 1 "Riordino normativo in materia di procedimento amministrativo, diritto di accesso ai documenti amministrativi, semplificazione amministrativa, potere sostitutivo e potestà sanzionatoria"
 - L.R. 22 maggio 2004, n. 16 "Testo unico delle disposizioni regionali in materia di Protezione civile" L.R. 15 marzo 2016, n. 4 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"
 - L.R. 28 novembre 2014, n. 31 "Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato"
 - D.P.C.M. 24 maggio 2001 "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del fiume Po"

- D.g.r. 19 giugno 2015 n. X/3723 "Approvazione delle direttive per l'espletamento del servizio di piena e indirizzi operativi per i presidi territoriali idraulici e idrogeologici"
- D.g.r. 20 novembre 2017 n. 7372 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 11 Marzo 2005, N.12
- D.g.r. 18 giugno 2018, n. XI/238 "Approvazione degli indirizzi per la programmazione e la progettazione degli interventi di manutenzione delle opere di difesa del suolo, dei corsi d'acqua, della gestione della vegetazione negli alvei dei fiumi e della manutenzione diffusa del territorio".

ARTICOLO 8 – TUTELA DELLA QUALITÀ DEI SUOLI

Indipendentemente dalla classe di fattibilità di appartenenza, stante il grado di vulnerabilità, potranno essere proposti e predisposti o richiesti sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti con scarichi industriali, stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo.

In relazione alla tipologia dell'insediamento produttivo, i sistemi di controllo ambientale potranno essere costituiti da:

- realizzazione di piezometri per il controllo idrochimico della falda, da posizionarsi a monte ed a valle dell'insediamento (almeno 2 piezometri);
- esecuzione di indagini negli strati superficiali del terreno insaturo dell'insediamento, per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, la cui tipologia è strettamente condizionata dal tipo di prodotto utilizzato (ad esempio campioni di terreno per le sostanze scarsamente volatili (es. metalli pesanti) e indagini "Soil Gas Survey" con analisi dei gas interstiziali per quelle volatili (es. solventi clorurati, aromatici, idrocarburi etc.).

Tali sistemi e indagini di controllo ambientale saranno da attivare nel caso in cui nuovi insediamenti, ristrutturazioni, ridestinzioni abbiano rilevanti interazioni con la qualità del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche, e potranno essere richiesti dall'Amministrazione Comunale ai fini del rilascio di concessioni edilizie e/o rilascio di nulla osta esercizio attività, ad esempio nei seguenti casi:

- nuovi insediamenti produttivi potenzialmente a rischio di inquinamento;
- subentro di nuove attività in aree già precedentemente interessate da insediamenti potenzialmente a rischio di inquinamento per le quali vi siano ragionevoli dubbi di una potenziale contaminazione dei terreni;
- ristrutturazioni o adeguamenti di impianti e strutture la cui natura abbia relazione diretta o indiretta con il sottosuolo e le acque, quali ad esempio rifacimenti di reti fognarie interne, sistemi di raccolta e smaltimento acque di prima pioggia, impermeabilizzazioni e pavimentazioni, asfaltatura piazzali, rimozione o installazione di serbatoi interrati di combustibili ecc...

ARTICOLO 9 – MISURE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Si riportano le indicazioni tratte dall'All. 4 alla D.G.R. IX/2616/2011 "*Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione*" e dalla D.G.R. X/6738/2017 "*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del*

bacino del fiume Po così come integrate dalla Variante adottata in data 07.12.2016 con deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po".

Misure per evitare il danneggiamento dei beni e delle strutture

- realizzare le superfici abitabili, le aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiali sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento;
- realizzare le aperture degli edifici situate al di sotto del livello di piena a tenuta stagna; disporre gli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente;
- progettare la viabilità minore interna e la disposizione dei fabbricati così da limitare allineamenti di grande lunghezza nel senso dello scorrimento delle acque, che potrebbero indurre la creazione di canali di scorrimento a forte velocità;
- progettare la disposizione dei fabbricati in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale;
- favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo.

Misure atte a garantire la stabilità delle fondazioni

- opere drenanti per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione; qualora il calcolo idraulico non consenta di differenziare il valore della velocità nelle diverse porzioni della sezione, il grafico viene letto in funzione della velocità media nella sezione. Si intende che le condizioni idrauliche così definite si mantengano invariate su tutto il tronco a cavallo della sezione;
- opere di difesa per evitare i fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali;
- fondazioni profonde per limitare i fenomeni di cedimento o di rigonfiamento di suoli coesivi.

Misure per facilitare l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione

- uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori;
- vie di evacuazione situate sopra il livello della piena di riferimento.

Utilizzo di materiali e tecnologie costruttive che permettano alle strutture di resistere alle pressioni idrodinamiche

- Utilizzo di materiali per costruzione poco danneggiabili al contatto con l'acqua.

Misure specifiche per i piani interrati e seminterrati

- Pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;
- Presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- Impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento;
- Aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- Rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire l'ingresso dell'acqua;
- Sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

ARTICOLO 10 – NORME PER GLI AMBITI IN BONIFICA

Ai sensi dell'art. II – 59, per i siti contaminati o potenzialmente tali (procedure ex DM 471/1999 e ss.mm.ii., D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e situazioni confrontabili pre DM 471/1999 e ss.mm.ii.), ad esclusione dei siti già indagati con verifica di assenza di contaminazioni o già bonificati, con area svincolata e/o con certificato provinciale di avvenuta bonifica già emesso senza vincoli, ogni intervento è subordinato al recepimento delle risultanze e delle eventuali prescrizioni dell'istruttoria conclusa.

I siti non ancora indagati, comprensivi di tutte le ex aree industriali dismesse, gli ex distributori di carburanti, le aree ove sono stati presenti stoccaggi di idrocarburi e comunque in ogni caso in cui la storia del sito e le attività condotte su esso può far supporre una alterazione delle matrici ambientali, devono essere soggetti a preventiva indagine preliminare con i contenuti richiesti a quest'ultima dall'articolo 242 del D.lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii.

ARTICOLO 11 – NORME PER LA TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE

La tutela della risorsa idrica è fondamentale con riferimento ai comparti produttivi, in quanto l'uso e la tutela della risorsa all'interno delle aree a destinazione residenziale o terziaria non comporta un sovrautilizzo e degrado della stessa.

Nelle aree di trasformazione a carattere produttivo dovrà essere posta particolare attenzione al monitoraggio della risorsa idrica in termini quantitativi e qualitativi come utile elemento per la verifica della tendenza piezometrica e dell'evoluzione idrochimica delle acque sotterranee.

I tecnici Incaricati

Dott. Geol. Efrem Ghezzi

Dott. Geol. Pietro Breviglieri



Efrem Ghezzi



Breviglieri