



COMUNE DI
PALAZZOLO SULL'OGGIO



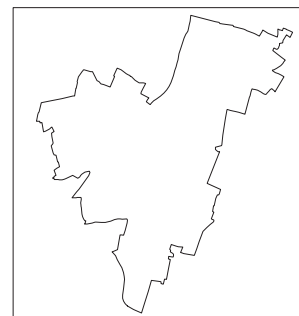
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
DOCUMENTO DI PIANO

AGGIORNAMENTO DELLA
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011
D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017
(in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005)

Oggetto:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA



Redatto	Verificato	Descrizione	Data	Rev.
Quassoli	Ziliani	Emissione	10/2021	00

STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. Laura Ziliani
Dott. Geol. Davide Gasparetti
Dott. Geol. Gianantonio Quassoli
Dott. Geol. Samuele Corradini

25123 Brescia - Via T. Olivelli, 5
Tel. 030.3771189
e-mail: info@studiogeologiaambiente.it
www.studiogeologiaambiente.com



Data:

Ottobre
2021

INDICE

1. PREMESSA	4
2. SINTESI BIBLIOGRAFICA.....	6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	10
4.1. Descrizione delle unità geologiche (Tav.1)	10
4.2. Caratteristiche geotecniche dei terreni	14
4.3. Caratteristiche pedologiche	15
5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	16
5.1. Inquadramento geomorfologico e paesistico (Tav.1).....	16
5.2. Elementi geomorfologici.....	18
5.2.1. Elementi geomorfologici, idrologici e idrografici.....	18
6. PERICOLOSITÀ SISMICA.....	21
6.1. Introduzione	21
6.2. Zona sismica di appartenenza	22
6.3. Carta della pericolosità sismica locale (Tav. 3).....	23
6.4. Applicazione del 2° livello	24
6.4.1. Effetti litologici.....	24
7. SISTEMA IDROGRAFICO	27
7.1. Reticolo idrico principale e minore	27

7.2. Fiume Oglio.....	28
7.3. Torrente Miola.....	30
7.4. Torrente Rillo	31
7.5. Reticolo di Bonifica	32
7.6. Canali privati per la derivazione, la condotta e l'uso in concessione di acque pubbliche 32	
8. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DEL PO (PGRA) – ATTUAZIONE DELLA VARIANTE NORMATIVA AL PAI ALLA SCALA COMUNALE.....	33
8.1. Premessa.....	33
8.2. Mappe di pericolosità	33
8.3. Mappe del rischio.....	34
8.4. Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP).....	36
8.4.1. Risultati dello Studio idraulico - Valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali (Dott. Ing. G. Rossi, 2021)	37
8.5. Reticolo Secondario di Pianura (RSP).....	39
9. IDROGEOLOGIA	41
9.1. Caratteristiche idrogeologiche	41
9.2. Pozzi pubblici	42
9.3. Piezometria	45
9.3.1. Caratteristiche piezometriche	45
9.4. Vulnerabilità dell'acquifero	47
9.5. Qualità delle acque sotterranee	49

10. INDIVIDUAZIONE DELLE PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO	52
10.1. Aree non adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo	53
10.2. Aree poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo	53
11. CARTA DEI VINCOLI.....	54
12. CARTA DI SINTESI	58
13. CARTA PAI-PGRA.....	62

1. PREMESSA

Il Comune di Palazzolo sull'Oglio è dotato di studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., redatto nel Settembre 2011 secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, approvato con deliberazione n. 43 del 21 luglio 2012 ed entrato in vigore in data 2 gennaio 2013, a seguito della pubblicazione sul BURL.

Nell'ambito della redazione del nuovo Piano di Governo del Territorio, su incarico del Comune di Palazzolo s/O (Determinazione n. 719/2020 del 20 ottobre 2020) è stato predisposto il presente aggiornamento della Componente geologica del Piano di Governo del Territorio (PGT) ai sensi della D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 e della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738.

L'aggiornamento della componente geologica del PGT ha le seguenti finalità:

- recepire le aree allagabili delimitate nelle Mappe di Pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) lungo il Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) e lungo il Reticolo Secondario di Pianura (RSP), nonché la relativa normativa ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738;
- recepire i risultati dell'“Aggiornamento dello Studio della valutazione delle condizioni di rischio idraulico nelle aree interne al centro edificato di Palazzolo s/O classificate nel PAI a rischio idrogeologico molto elevato “I” e “B-Pr” e nella Fascia “B” del Fiume Oglio in relazione alle possibili esondazioni fluviali (Ing. Giuseppe Rossi, 2011)”, eseguito dall'Ing. Giuseppe Rossi ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 sulla base dei nuovi dati utilizzati per la mappatura delle aree allagabili del PGRA;
- recepire eventuali modifiche della situazione geomorfologica e aggiornare i dati geologici, geotecnici e idrogeologici;
- predisporre la “Tavola con individuazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo”;
- recepire i risultati dello “Studio comunale semplificato di gestione del rischio idraulico” effettuato dall'Ing. Antonio Di Pasquale ai sensi dell'articolo 14 del Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7.
- effettuare la verifica della congruità tra le previsioni urbanistiche della Variante al PGT e i contenuti dello studio geologico del PGT con stesura della dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà (All. 6 alla D.G.R. X/6738/2017).

Il presente aggiornamento riguarda gli elementi idrografici, idrogeologici, idraulici e sismici. Per quanto concerne le problematiche relative alle altre componenti indicate dalla D.G.R. n° 9/2616/7374 del 28/05/2008 (elementi litologici, geologico-tecnici e pedologici; elementi geomorfologici e di dinamica morfologica) le nuove direttive regionali non comportano sostanziali modifiche metodologiche, di conseguenza la loro descrizione, già contenuta nella Relazione Geologica del 2011, è stata aggiornata laddove erano disponibili dati più recenti.

I risultati del lavoro hanno condotto all'aggiornamento delle seguenti tavole:

TAV. 1 NORD E SUD: CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA – scala 1:5.000;

TAV. 2: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:10.000;

TAV. 3: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:10.000;

TAV. 4 NORD E SUD: CARTA DEI VINCOLI – scala 1:5.000;

TAV. 5 NORD E SUD: CARTA DI SINTESI – scala 1:5.000.

TAV. 6 NORD E SUD: CARTA DELLA FATTIBILITÀ PER LE AZIONI DI PIANO – scala 1:5.000.

La Carta PAI dello studio vigente è stata sostituita, ai sensi della D.G.R. n. X/6738/2017, dalla CARTA PAI-PGRA (Tav. 7).

Sono state inoltre aggiornate le Norme Geologiche di Piano.

Infine, a supporto della predisposizione del “*Documento semplificato del rischio idraulico comunale*”, è stata prodotta la TAVOLA A – INDIVIDUAZIONE DELLE AREE NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO. Si tratta di una tavola richiesta nell'ambito sia dello “Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico” (art.14, comma 7, lettera a, numero 6bis del Regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7) che del “Documento semplificato del rischio idraulico comunale” (art.14, comma 8, lettera a, numero 3bis).

Questa tavola risulta di significativa utilità, oltre che per definire le misure strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica, anche per programmare le indagini in sito dei singoli progetti di invarianza idraulica e idrologica, nonché nella pianificazione urbanistica.

2. SINTESI BIBLIOGRAFICA

Per il presente lavoro è stata svolta una ricerca storica e bibliografica finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame. In particolare sono stati consultati: gli studi disponibili in bibliografia, il Sistema Informativo Territoriale regionale, gli studi di tipo geologico presenti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, le cartografie disponibili al momento della stesura della presente relazione, le pubblicazioni effettuate dai vari Enti Territoriali (v. bibliografia di seguito riportata).

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. - *Carta geologica d'Italia, Foglio 46 Treviglio*.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy*. Prog. Fin. Geodin. Sottopr. Neotettonica. Carte scala 1:500.000.
- ANTONIOLI E. (2001) – *Progetto definitivo/esecutivo per la realizzazione dei nuovi argini del Fiume Oglio*. Committente: Comune di Palazzolo s/O.
- ARPA - Dipartimento di Brescia (2006) - *Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Studio idrogeologico della pianura bresciana*.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1999) - *Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*. Tavole di delimitazione delle fasce fluviali - Foglio 098 Sez.II – Palazzolo sull'Oglio e Foglio 120 Sez. I – XX.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1999) - *Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici. Allegato 4.1. Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato. Area 033-LO-BS.
- BARONI C., VERCESI P.L. (1987) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- BELLINI F., CARRARO M. (1992) – *Studio idrogeologico U.S.S.L. 35*.
- BONOMI T., VERRO R. (1998) - *Caratterizzazione idrogeologica della Pianura Bresciana mediante l'uso di banche dati e Sistemi Informativi Territoriali*. Acque Sotterranee n.60, Anno XV, Dicembre 1998.
- BOSCHI E., FAVALI P., SCALERA G., SMIRIGLIO G. (1995) - *Massima intensità macrosismica risentita in Italia*. Carta scala 1:500.000, I.N.G.

- CARRARO M. (2007) – *Nuovo insediamento commerciale via Carlo Cattaneo. Indagine geologico-tecnica*. Committente: Tucano Immobiliare s.r.l.
- CASSINIS G., PEROTTI C.R., VERCESI P.L. (1990) - *Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche ed ulteriori temi di ricerca*. In: "Attualità dell'opera di Arturo Cozzaglio nel 40° della scomparsa". Atti del Convegno Nazionale, Ateneo di Brescia.
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy). A study in quaternary geology and soil development* (Unicopli, Milano).
- DENTI E., LAUZI S., SALA P., SCESI L. (1988) - *Studio idrogeologico della pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese*. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano.
- ECOSPHERA (2005) – *Indagine geologica ambientale Area "Ex Cementeria Italcementi"*. Committente: Costruzioni Palazzolesi s.r.l..
- ECOSPHERA (2006) – *Progetto per il recupero ambientale-paesistico del parco fluviale situato sulle rive del F. Oglio. Relazione idrologica e idraulica. Valutazione della compatibilità idraulica*.
- ECOSPHERA (2006) – *Realizzazione pozzo comunale ad uso potabile in loc. ex Nulli. Studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale*. Committente: SO.GEIM s.p.a.
- ECOSPHERA (2006) – *Studio idrogeologico sulla variazione delle zone di rispetto dei pozzi comunali "via Gavazzino" e "via Venezia"*. Committente: SO.GEIM s.p.a.
- ECOSPHERA (2008) – *Demolizione fabbricato esistente e realizzazione di n.6 unità abitative. Studio idrogeologico e idrologico*. Committente: ESA immobiliare s.r.l.
- ERSAL (2002) - *I suoli della pianura bresciana occidentale* Progetto, "Carta Pedologica", Milano.
- IDROGEA (1996) – *Indagini geologico-tecniche di supporto alla redazione del Piano Regolatore Generale*. Committente: Comune di Palazzolo s/O.
- LAROCCHI L. (2006) – *Indagine geologica per P.I.I. relativo al C.I.S. 15*. Committente: Studio Associato Ing. Capoferri – Ing. Barzasi.
- MINELLI R. (1997) - *I suoli della Franciacorta (scala 1:50.000)* in "La zonazione della Franciacorta", Provincia di Brescia, Assessorato all'Agricoltura.

- POOL INFRASTRUTTURE (2003) – *Interventi di arginatura in sponda sinistra del Fiume Oglio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica del centro abitato di Palazzolo s/O.* Committente: Regione Lombardia.
- PROVINCIA DI BRESCIA (1989) - *Piano Territoriale Paesistico. Carta delle unità di paesaggio territoriali; Carta morfologica* a cura di Ziliani Laura.
- ROSSI G. (2005) – *Verifica dell'applicabilità dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del PAI relativamente all'area catastalmente identificata nel N.C.T.R. con i numeri di mappa 137 e 141 del Foglio 8.* Committente: Sig. Giacomo Vanghetti.
- TORRESANI G. (2007) – *Indagine geologica relativa alla caratterizzazione idrogeologica, litostratigrafia e geomeccanica dei terreni appartenenti al P.I.I. C.I.S. 10.* Committente: Fidelio Immobiliare s.r.l..
- TORRESANI G. (2007) – *P.I.I. C.I.S. 10. Caratterizzazione sismica dell'area sulla base dei criteri indicati nella D.G.R. n. 8/1566/05.* Committente: Fidelio Immobiliare s.r.l..
- TORRESANI G. (2010) – *Indagine geotecnica del sottosuolo dell'area interna al C.I.S. 10 sulla quale è in previsione la realizzazione di un edificio commerciale.* Committente: Fidelio Immobiliare s.r.l..
- TROVENZI C. (2007) – *Rapporto relativo alla componente geologica, idrogeologica e sismica P.I.I. C.I.S.n.1.* Committente: Arch. Luciano Locatelli.
- ZILIANI L., ROSSI G. (1997) – *Relazione geologica e idraulica.* Committente: Sig. Giacomo Ranghetti.
- ZILIANI L. (1994) - *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee della pianura bresciana – scala 1:25.000*, Studi preliminari del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia.
- ZILIANI L. (1996) - *Progetto di una rete di monitoraggio idrogeologico e geochimico degli acquiferi di pianura, di valle e di anfiteatro morenico della provincia di Brescia.* Committente: Amministrazione Provinciale, Assessorato all'Ecologia.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio di Palazzolo sull'Oglio appartiene all'alta pianura bresciana occidentale ed occupa una superficie di 18,50 Km².

La morfologia del territorio è sensibilmente condizionata dal Fiume Oglio che attraversa da NE a SW il comune e che ha prodotto diversi ordini di terrazzi degradanti verso il fiume, separati da scarpate d'erosione, via via più recenti man mano che ci si avvicina all'Oglio.

Sono presenti diverse forme di erosione e di deposito lasciate dal fiume sia all'interno della valle fluviale, sia sul livello fondamentale della pianura, soprattutto in sinistra idrografica.

Il territorio di Palazzolo sull'Oglio presenta un massimo altimetrico di 206 m a NE ed un minimo di 148 a sud, sulle rive dell'Oglio.

L'idrografia è caratterizzata dal Fiume Oglio, dal Rio Miola, dal Torrente Rillo e da un sistema di seriole che derivano le acque del Fiume Oglio allo scopo di irrigare i terreni asciutti della pianura bresciana e bergamasca.

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

4.1. DESCRIZIONE DELLE UNITÀ GEOLOGICHE (TAV.1)

Nel comune di Palazzolo s/O dal punto di vista geologico e geomorfologico si distinguono il territorio appartenente al “livello fondamentale della pianura” e la Valle del Fiume Oglio.

I due estesi settori pianeggianti orientale e occidentale fanno parte della vasta piana di alluvionamento fluvioglaciale formatasi alla fine del Pleistocene e costituiscono il “livello fondamentale della pianura”. A sud dell’abitato di Palazzolo, sono presenti due piccoli lembi di pianura più antica, leggermente rialzati rispetto al livello della pianura circostante, isolati dall’erosione.

La piana fluvioglaciale è caratterizzata da un sistema di terrazzi che degradano verso la valle fluviale e che si aprono a ventaglio verso sud. Sono inoltre riconoscibili alcune aree allungate, leggermente ribassate, in cui si possono riconoscere probabili percorsi di un “paleoOglio”.

Successivamente, a partire dal periodo “tardiglaciale”, il Fiume Oglio ha inciso i depositi fluvioglaciali formando una valle fluviale all’interno della quale ha depositato abbondanti sedimenti alluvionali. In seguito questi ultimi sono stati a loro volta incisi e all’interno del nuovo solco d’erosione sono state deposte le alluvioni più recenti. Di conseguenza, anche nella valle fluviale, si riconoscono alcuni ordini di terrazzi che, procedendo dal livello fondamentale della pianura verso l’Oglio, degradano verso il fiume, separati da scarpate d’erosione, via via più recenti man mano che ci si avvicina all’Oglio.

Il dislivello tra il livello fondamentale della pianura e l’alveo dell’Oglio è intorno ai 30 m nella porzione settentrionale del territorio e si riduce a circa 15 m in quella meridionale.

Le caratteristiche geologiche del territorio di Palazzolo s/O sono rappresentate sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1) realizzata in scala 1:5.000. Per la redazione dell’elaborato è stata utilizzata la Tav.1 (Litologia) dello studio geologico prodotto da Idrogea nel 1996, aggiornata e localmente modificata.

Si sottolinea che quando il limite tra due unità è costituito da una scarpata, esso è da intendersi alla base della scarpata stessa.

Di seguito si descrivono le unità rappresentate sulla tavola, a partire dalla più antica. Per un’illustrazione dettagliata delle unità, dei profili di riferimento e dei caratteri pedologici, si rimanda

allo studio di Idrogea del 1996. In Figura 1 è riportato uno schema che illustra i rapporti stratigrafici tra le unità, tratto dallo stesso studio.

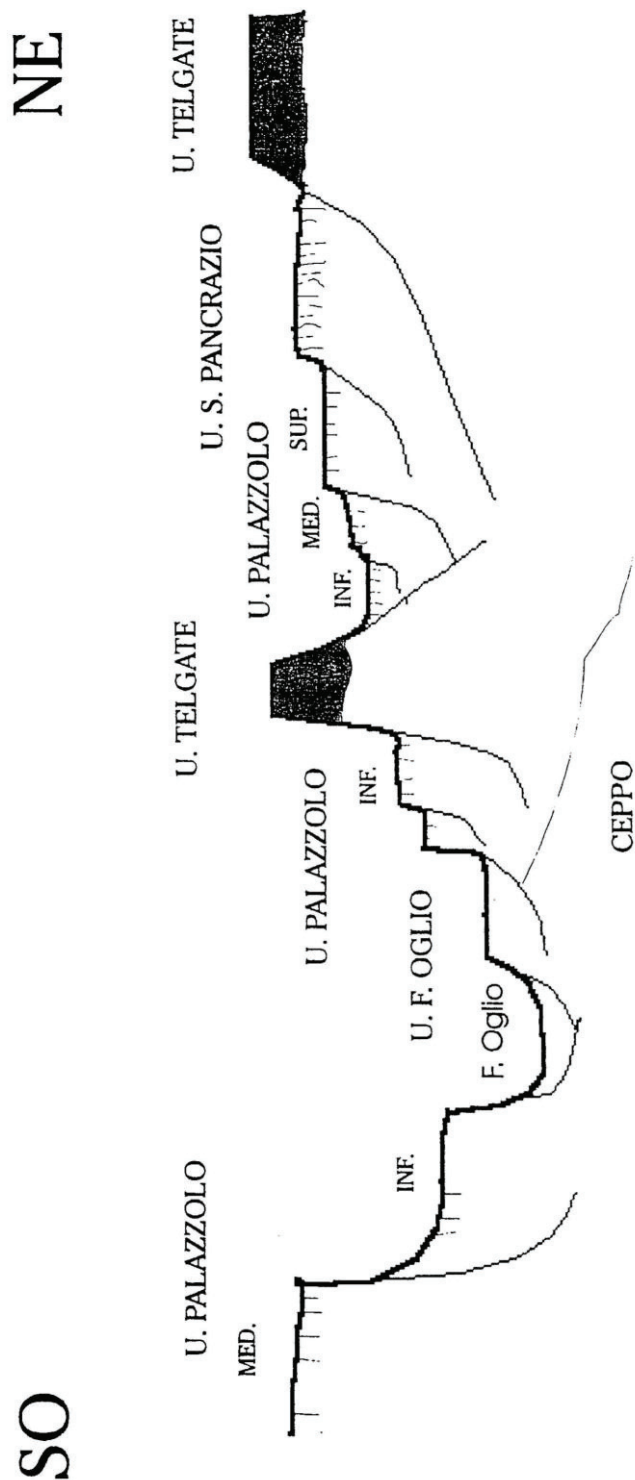


Fig. 1
SCHEMA STRATIGRAFICO

IDROGEA
IDROGEOLOGIA E GESTIONE AMBIENTALE
Via Sarvito Silvestro 43 - 21100 VA
Email: idrogea@skylink.it
Tel. 0332 / 286650
Cellulare 0336 / 817430
Fax Modem 0332 / 234562

UNITÀ DI TELGATE (PLEISTOCENE MEDIO)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie con scarsa matrice da limosa a limoso-argillosa e con ciottoli da arrotondati a subspigolosi a diametro medio centimetrico, ricoperti da depositi eolici limosi e limoso- sabbiosi a scheletro assente o raro.

La superficie superiore dei depositi fluvioglaciali è ondulata alla scala metrica e suturata dai depositi eolici. I clasti costituiti da litologie terrigene e carbonatiche sono alterati, mentre il grado di alterazione delle rocce endogeno-metamorfiche è variabile, in funzione del contenuto in silice e dei caratteri tessiturali.

Sulla base dei dati litologici (presenza costante di depositi eolici) e pedologici, l'unità viene attribuita al Pleistocene medio.

L'unità, che costituisce un ampio terrazzo in destra Oglio, in comune di Telgate, affiora in comune di Palazzolo s/O in sinistra Oglio, in corrispondenza di due dossi presenti a sud dell'abitato, isolati dall'erosione e rialzati rispetto al livello della pianura circostante più giovane. Sono delimitati da ripide scarpate lungo il bordo occidentale e da pendii ondulati verso est.

Non è noto il limite inferiore dell'unità; superiormente è incisa e parzialmente ricoperta dai depositi del Complesso di Palazzolo e dell'Unità di San Pancrazio, come evidenziato dal rinvenimento in perforazioni per pozzi, in scavi aperti ed in corrispondenza di alcuni assaggi stratigrafici eseguiti nell'ambito dello studio geologico del 1996.

UNITÀ DI SAN PANCRAZIO (PLEISTOCENE SUPERIORE)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa con ciottoli arrotondati e subarrotondati a diametro massimo osservato pari a 50 cm; presentano una grossolana stratificazione suborizzontale con strati e lenti sabbiosi.

L'unità affiora estesamente nel settore nord-orientale del territorio comunale, in località San Pancrazio, dove costituisce un terrazzo a morfologia pianeggiante.

L'unità appoggia sull'unità di Telgate ed è incisa e parzialmente ricoperta dai depositi del Complesso di Palazzolo.

Il limite tra il terrazzo di S. Pancrazio ed il terrazzo più ribassato del Complesso di Palazzolo è segnato da una scarpata, in buona parte spianata, la cui evidenza tende a diminuire verso sud.

COMPLESSO DI PALAZZOLO (TARDO PLEISTOCENE SUPERIORE)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa con ciottoli arrotondati e subarrotondati a diametro massimo osservato pari a 40 cm; presentano una grossolana stratificazione suborizzontale con strati e lenti sabbiosi; limi sommitali di esondazione.

Affiorano estesamente sul territorio comunale, su entrambe le sponde del F. Oglio.

Il complesso appoggia sull'unità di Telgate e su quella di S. Pancrazio, mentre è inciso e parzialmente ricoperta dai depositi dell'Unità dell'Oglio.

Nell'ambito del Complesso di Palazzolo sono state identificate, su base morfologica, tre differenti unità, coincidenti con distinti terrazzi fluvioglaciali. I terrazzi sono separati da scarpate di altezza metrica, la cui evidenza tende a diminuire verso sud.

Il terrazzo superiore affiora estesamente su entrambe le sponde ed appare morfologicamente omogeneo; in sponda sinistra la scarpata che lo separa dal terrazzo dell'Unità di S. Pancrazio si annulla poco a Sud di San Pancrazio, determinando un unico livello topografico.

Più articolati dal punto di vista morfologico appaiono invece i terrazzi intermedio e inferiore, smembrati dall'erosione in una serie di depressioni e rilievi.

Il terrazzo intermedio presenta una morfologia ondulata e risulta inciso da un grosso paleoalveo che attraversa il livello fondamentale della pianura da nord a sud, confluenso nella Valle dell'Oglio alla latitudine di Pontoglio (presso Cascina porta Verde). La superficie morfologica del terrazzo intermedio risulta inoltre interrotta da due dossi, interpretati come lembi relitti della più antica Unità di Telgate.

Il terrazzo inferiore presenta caratteri analoghi, per l'esistenza di un dosso, isolato dall'erosione, correlabile altimetricamente con la superficie modale del terrazzo intermedio e per la presenza di numerosi paleoalvei, spesso non cartografabili, concentrati nella sua porzione orientale.

I suoli sviluppati alla sommità dei terrazzi presentano caratteri omogenei, indicando il succedersi in tempi geologicamente brevi di fasi erosionali e deposizionali.

Sulla base dei caratteri pedologici il complesso viene attribuito al tardo Pleistocene superiore.

UNITÀ DEL FIUME OGLIO (TARDIGLACIALE-OLOCENE RECENTE)

Depositi fluviali costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa; presentano una stratificazione suborizzontale e incrociata con sabbie e limi da massivi a laminati.

Si tratta di alluvioni fluviali di età postglaciale e olocenica depositi nella profonda incisione fluviale scavata a partire dal tardiglaciale dal fiume Oglio. L'area di affioramento coincide con fondovalle dell'incisione del F.Oglio, ed è larga da circa 200-300 m nella parte settentrionale dell'area rilevata, fino a circa un chilometro a Sud, in prossimità della confluenza con il T. Cherio.

Si riconoscono più ordini di terrazzi separati da dislivelli di varia entità. A SW di Palazzolo, lungo il corso del fiume l'incisione perde il carattere di forra ed i terrazzi si espandono arealmente a ventaglio. Sulla base delle caratteristiche morfologiche e pedologiche sono state distinte:

Alluvioni fluviali antiche: costituiscono terrazzi stabili, ben drenati, a morfologia subpianeggiante, delimitati da scarpate morfologiche ben evidenti.

Alluvioni fluviali medio-recenti: occupano terrazzi fluviali subpianeggianti caratterizzati da drenaggio lento, coincidenti con alvei abbandonati, rialzati di pochi metri rispetto al livello attuale del fiume.

Alluvioni fluviali recenti e attuali: sono situate sia in aree occupate in tempi recenti dall'Oglio, soggette ad alluvionamenti in occasione di piene del fiume, stabilizzate da vegetazione arborea ed arbustiva, sia in aree disposte lungo l'alveo, o nell'alveo del fiume, di poco sopraelevate rispetto al livello di magra, periodicamente sommerse, a morfogenesi attiva. Queste ultime possono subire modifiche, anche notevoli, per un nuovo apporto di materiale, oppure per erosione.

4.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

I giudizi relativi alle caratteristiche geotecniche dei terreni espressi nel presente paragrafo sono indicativi del comportamento medio del litotipo e non possono quindi sostituire indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni") per la realizzazione di interventi specifici sul territorio; permettono tuttavia di esprimere una valutazione di massima sull'area e di programmare le indagini geotecniche più opportune in relazione alle caratteristiche litologiche.

Indagini geognostiche eseguite nel comune di Palazzolo s/O, in particolare sul livello fondamentale della pianura, hanno evidenziato che i terreni di natura ghiaiosa o ghiaioso-sabbiosa, presenti inferiormente al suolo, possiedono caratteristiche geotecniche buone.

Non sono presenti terreni dotati di caratteristiche granulometriche tali da essere soggetti a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici.

Per quanto riguarda i terreni presenti nella Valle dell'Oglio anch'essi risultano prevalentemente di natura ghiaioso-sabbiosa. Essendo più recenti di quelli che costituiscono il livello fondamentale della pianura essi sono meno addensati e più sciolti. Non si esclude, localmente, la presenza di terreni fini legati a zone di ristagno della corrente idrica che li ha depositi.

4.3. CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

In conclusione, dal punto di vista litologico il territorio di Palazzolo s/O è relativamente uniforme; infatti sia sul livello fondamentale della pianura che nella valle fluviale compaiono prevalentemente ghiaie e sabbie. La principale differenza è data dall'addensamento (che è in relazione con l'età del sedimento) e dall'alterazione, ovvero dalla profondità e dal grado evolutivo raggiunto dai suoli.

Sul livello fondamentale e sui terrazzi intermedi prevalgono i luvisols, ossia suoli dotati di un orizzonte argillico prodotto dall'illuviazione in profondità di argilla di neoformazione sviluppatasi negli orizzonti superficiali; hanno in genere colorazioni bruno rossastre e sono completamente decarbonatati.

I suoli della piana fluviale più stabile possono presentare anch'essi un orizzonte argillico iniziale ed essere decarbonatati, tuttavia sono meno profondi ed hanno colorazioni brunastre. Le porzioni più recenti della piana fluviale contengono suoli non o solo parzialmente decarbonatati, da bruni a bruno-nerastri con orizzonti di alterazioni che testimoniano un'età di stabilizzazione delle superfici decisamente più recenti. Altro carattere pedologico relativamente diffuso è la presenza di segni di idromorfia connessi alla presenza di acqua a ridotta profondità all'interno del suolo. Ovviamente in aree soggette a diffuse risistemazioni e sbancamenti questi caratteri dei suoli non sono più diagnosticabili.

5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

5.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E PAESISTICO (TAV.1)

Le caratteristiche morfologiche e paesistiche del territorio di Palazzolo s/O sono strettamente legate all'azione delle acque correnti che hanno eroso, rimaneggiato e depositato i materiali.

Infatti il livello fondamentale della pianura è stato costruito dagli scaricatori fluvioglaciali centro-occidentali dell'apparato morenico sebino. La morfologia della piana fluvioglaciale è caratterizzata da un sistema di terrazzi che degradano verso la valle del F. Oglio e che si aprono a ventaglio verso sud.

Le superfici dei terrazzi sono delimitate da scarpate d'erosione che quando presentano pendenza elevata risultano spesso boscate. Sono inoltre riconoscibili alcune aree allungate, leggermente ribassate, che corrispondono ad antichi percorsi di un "paleoOglio".

Particolarmente significativo dal punto di vista paesistico è il paleoalveo situato a nord dell'abitato di Palazzolo (in particolare di località Sgraffigna), ben visibile dalla pista ciclabile che corre lungo via Sondrio, soprattutto nel tratto compreso tra via Molinara e C.na Maria, dove la pista ciclabile attraversa il paleoalveo. A nord di C.na Maria la strada corre su una porzione rilevata del terrazzo, compresa tra il paleoalveo ad est e la valle dell'Oglio ad ovest.

Un altro paleoalveo interessante dal punto di vista morfologico è quello che dal centro di Palazzolo si sviluppa verso sud, delimitato verso est da via F.lli Marzoli. È soprattutto all'uscita dall'abitato che la morfologia diventa ben evidente, laddove è delimitata verso est da via Gazzolo. Questa porzione di territorio è particolarmente mossa dalla presenza, oltre che del paleoalveo, anche di due dossi allungati in direzione nord-sud, che corrispondono a due lembi di pianura più antica, leggermente rialzati rispetto al livello della pianura circostante, isolati dall'erosione. Via Gazzolo scorre proprio per buona parte sul ciglio della scarpata che delimita il paleoalveo verso ovest ed il dosso verso est.

Anche in sponda destra del F. Oglio è presente un paleoalveo, ben visibile da via Palosco che nel primo tratto all'uscita dall'abitato di Palazzolo corre lungo la scarpata settentrionale del paleoalveo, poi lo attraversa e corre lungo la scarpata meridionale.

Successivamente al ritiro dei ghiacciai la piana fluvioglaciale è stata incisa dalle acque dell'Oglio, riorganizzatesi con un regime ed una struttura idraulica tipicamente fluviale, dando origine alla Valle dell'Oglio.

Il fiume ha abbassato il suo corso in fasi successive, restringendo man mano le dimensioni dell'area di influenza, abbandonando porzioni di piana fluviale a quote intermedie tra il livello fondamentale e il livello della piana recente.

Di conseguenza, anche nella valle fluviale, si riconoscono alcuni ordini di terrazzi che, procedendo dal livello fondamentale della pianura verso l'Oglio, degradano verso il fiume, separati da scarpate d'erosione, via via più recenti man mano che ci si avvicina all'Oglio.

Il dislivello tra il livello fondamentale della pianura e l'alveo dell'Oglio è intorno ai 30 m nella porzione settentrionale del territorio e si riduce a circa 15 m in quella meridionale.

Anche nella Valle dell'Oglio sono presenti forme di erosione e di deposito lasciate dal fiume, spesso meglio conservate in quanto più recenti rispetto a quelle presenti sul livello fondamentale della pianura.

Sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1) sono riportati gli elementi geomorfologici rinvenuti sul territorio che saranno descritti nel prossimo paragrafo.

Come precedentemente illustrato gli elementi geomorfologici che strutturano il paesaggio sono costituiti in primo luogo dall'alveo fluviale, dalla scarpata principale della Valle dell'Oglio e da quelle che delimitano i terrazzi, quindi dalla rete idrografica e dalle forme fluviali rappresentate prevalentemente dai paleoalvei dell'Oglio, corrispondenti ad aree ribassate ed allungate, solitamente posizionati alla base delle scarpate erosive, alternati a dossi, costituenti le porzioni rilevate.

Spesso le originali forme e differenze altimetriche sono state cancellate da interventi antropici, soprattutto sulla piana fluvioglaciale. Tuttavia il comune di Palazzolo s/O presenta elementi geomorfologici di notevole interesse non solo nella valle fluviale, ma anche sulla piana fluvioglaciale, elementi che costituiscono un paesaggio geomorfologico unitario di grande interesse paesistico e naturalistico che si ritiene debbano essere tutelati e valorizzati.

Anche dal punto di vista vegetazionale gli elementi di maggiore pregio sono concentrati nella Valle dell'Oglio ed includono lembi di boschi ripari e aree boscate presenti lungo le scarpate principali della valle stessa. Tuttavia anche sulla piana fluvioglaciale lungo le scarpate principali che delimitano i terrazzi sono presenti strisce boscate e spesso le sponde di rogge, seriole e vasi minori sono interessate da vegetazione arborea e arbustiva che svolge una significativa funzione ambientale, in quanto costituisce un importante ambito di rifugio per la fauna e la flora spontanee.

5.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

5.2.1. Elementi geomorfologici, idrologici e idrografici

Orlo di terrazzo fluviale o fluvioglaciale (altezze generalmente maggiori di 5 m)

Le scarpate che delimitano i terrazzi costituiscono alcuni dei segni che maggiormente caratterizzano il paesaggio morfologico. Sono connesse all'azione erosiva del corso d'acqua sulle alluvioni precedentemente stabilizzate.

Presentano notevole continuità e separano i diversi ordini di terrazzi. Quando assumono un certo spessore trasversale risultano prevalentemente boscate.

Tratto di scarpata subverticale impostata in depositi conglomeratici più o meno cementati, localmente soggetta a piccoli crolli

È stato così cartografato un tratto di scarpata nella Valle dell'Oglio, situato in destra idrografica, poco più a valle della derivazione della Seriola Castrina (ubicata in sponda sinistra), caratterizzato dall'affioramento di depositi conglomeratici più o meno cementati che determinano un'elevata pendenza della scarpata, alta una decina di metri. Soprattutto in corrispondenza dei livelli meno cementati si possono verificare distacchi di ciottoli o di blocchi rocciosi.

Orlo di scarpata morfologica

Sono stati così cartografati gli orli di scarpate, prevalentemente di origine fluviale o fluvioglaciale, che presentano continuità ed altezza inferiore rispetto alle scarpate che delimitano i diversi ordini di terrazzo.

Orlo di scarpata fluviale attiva

Delimita la scarpata del Fiume Oglio soggetta ad erosione.

Pendenza della superficie topografica

Con apposito simbolo è indicata la pendenza prevalente della superficie topografica.

Paleoalveo

Si tratta di aree depresse e nastriformi che corrispondono ad antichi percorsi fluviali. Sono delimitate da scarpate o rotture di pendenza ben evidenti. Nella piana fluvioglaciale esse fungono

da aree di raccolta e di scolo delle acque e, di conseguenza, in occasione di precipitazioni intense possono essere soggette a ristagni d'acqua.

Nel paragrafo precedente sono descritti tre paleoalvei situati sulla piana fluvio-glaciale, la cui morfologia è facilmente leggibile nel paesaggio: uno è situato a nord di località Sgraffigna ed è ben visibile dalla pista ciclabile che corre lungo via Sondrio, il secondo è facilmente osservabile da via Gazzolo ed il terzo, infine, è osservabile da via Palosco, in sponda destra dell'Oglio.

Traccia di corso d'acqua estinto

Sono state così cartografate alcune deboli ondulazioni presenti sulla piana fluvio-glaciale, interpretate come tracce di corsi d'acqua.

Alveo fluviale abbandonato e soggetto a riempimenti e urbanizzazioni

L'alveo dell'Oglio in corrispondenza del centro storico di Palazzolo è stato sensibilmente modificato e rettificato con riempimenti e urbanizzazioni.

In particolare le diverse mappe, dal Catasto Napoleonico (1810) fino alla mappa anteguerra, evidenziano che l'alveo era molto più ampio, che nell'area dell'attuale piazza Giovanni XXIII era presente una serie di isole e che lungo l'attuale via XX Settembre scorreva un ramo del fiume.

Area storicamente soggetta ad esondazione da parte del F. Oglio

In Tav. 1 sono riportate le aree che in passato risulta siano state interessate da allagamenti da parte del F. Oglio, esterne al centro edificato di Palazzolo.

Area esondabile da parte del F. Oglio con evento di piena $T_r = 50$ anni; Area esondabile da parte del F. Oglio con evento di piena $T_r = 200$ anni

Relativamente al centro edificato di Palazzolo interessato in passato da esondazioni del F. Oglio è stata effettuata una valutazione delle condizioni di rischio idraulico (allegata alla presente relazione) che ha definito le aree esondabili con eventi di piena con tempo di ritorno pari a 50 e a 200 anni.

Le Fasce Fluviali e le "aree a rischio idrogeologico molto elevato" individuate dal PAI sono invece state riportate sulla Carta dei Vincoli.

Area esondabile da parte del Rio Miola

Si tratta di due aree situate lungo il percorso del Rio Miola che possono essere interessate da allagamenti da parte delle acque del corso d'acqua.

5.2.2. Elementi di origine antropica

Orlo di scarpata antropica

Si tratta per lo più di scarpate di rilevati stradali.

Opera di regimazione trasversale

Sono state indicate le principali opere trasversali di regimazione idraulica del F. Oglio.

Opera di sponda in calcestruzzo

Sono indicati lungo il F. Oglio i principali tratti di sponda artificiale in calcestruzzo.

Limite ATE

È indicato il limite dell'Ambito Territoriale Estrattivo ATEg06 che si estende a sud di via Bergamo (SS573) e si sviluppa anche nel territorio di Palosco.

Area sottoposta a procedimento ai sensi del Titolo V del Dlgs 152/2006

Si tratta di aree appartenenti all'ex Cementeria Italcementi ed alla ex Marzoli, interessate da procedimenti ai sensi del Titolo V del D.Lgs. 152/2006.

Area degradata: cava abbandonata, cava abbandonata colmata con materiali di origine incerta, depositi di materiale di origine incerta

6. PERICOLOSITÀ SISMICA

6.1. INTRODUZIONE

La sismicità del territorio è legata alla presenza di attività neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettogenetici relativi al periodo compreso tra il Pliocene e l'attuale (cioè negli ultimi 5,2 milioni di anni). Si possono distinguere movimenti neotettonici lineari che si sviluppano lungo superfici di discontinuità preesistenti (faglie o superfici di sovrascorrimento) e movimenti neotettonici areali che determinano sollevamenti e/o abbassamenti differenziali.

Nella Carta neotettonica d'Italia (Ambrosetti et al., 1987), modificata da Cassinis et alii, 1980, riportata in Figura 2, il territorio di Palazzolo sull'Oglio appartiene ad "un'area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; in forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario".

La sismicità di questa zona della pianura è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

Nel settore settentrionale della pianura è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde. Nella fascia meridionale della pianura si ha invece un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanfossa essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale.

I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore, quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico.

Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente di tali movimenti in modo maggiormente consistente rispetto al margine settentrionale.

Per quanto concerne l'evoluzione tettonica della pianura meridionale a partire dal Pliocene inferiore fino a tutto il Pleistocene si evidenzia una lenta subsidenza generalizzata non compensata dalla sedimentazione (Baraldi et alii, 1980). Nell'intervallo successivo (fino a 18.000 anni fa) si assiste ad un progressivo riempimento del bacino ed il motivo tettonico predominante

continua ad essere l'abbassamento generalizzato di tutta l'area; tale movimento è stato dedotto dagli Autori in relazione al notevole spessore dei sedimenti continentali.

Nel territorio situato a cavallo tra le province di Brescia, Bergamo e Cremona, già dichiarato sismico dal D.M. 05.03.1984, oltre ad eventi di minore intensità, si ricorda il terremoto del 1802 che si verificò in più riprese nei giorni 11, 12, 14, 19, 20 maggio e 2 giugno. L'evento principale, di intensità VIII della scala Mercalli, avvenne il 12 maggio alle ore 9,30 e causò gravissimi danni ad Orzinuovi e nei paesi limitrofi. Nel Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980 viene indicato come epicentro per questo terremoto il comune di Offanengo.

6.2. ZONA SISMICA DI APPARTENENZA

Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" vengono individuate le nuove zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti alla classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

La Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 recepisce, in via transitoria e fino a nuova determinazione, la classificazione contenuta nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003. Il Comune di Palazzolo sull'Oglio ricade in Zona Sismica 3.

In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Già l'OPCM 3519 del 27/04/06 fornisce una revisione dei valori di a_g sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di Palazzolo s/O in zona sismica 3.

Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa.

Con la D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D)" viene proposta la revisione delle zone sismiche con lo scopo principale di armonizzare le stesse mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento

derivanti dalle NTC 2008 per la progettazione antisismica. Tale aggiornamento, sulla base di valori di a_g desumibili dalla carta della pericolosità sismica di cui alla OPCM 3519 del 27/04/06, mantiene la classificazione del Comune di Palazzolo s/O in zona 3 con un valore di riferimento di a_{gmax} pari a 0.136522.

6.3. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 3)

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica individuati sul territorio.

Il 1° livello di approfondimento consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base delle osservazioni di tipo geologico e/o bibliografico. Le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali sono elencate in Tabella 1.

Tabella 1 - Scenari di pericolosità sismica locale

Sigla	Scenari di pericolosità 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	Zona con terreni di fondazione saturi 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, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali 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 (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona 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

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili al seguente scenario, rappresentato sulla CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tav. 3):

1. Z2a - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (cedimenti);
2. Z4a – Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (amplificazione litologica);

Si rende quindi necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 che consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (F_a).

6.4. APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO

6.4.1. Effetti litologici

Per l'applicazione del 2° livello di approfondimento è necessario conoscere, oltre alla stratigrafia del sito, l'andamento della velocità delle onde trasversali (V_s) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s ed in particolare lo spessore e la velocità V_s di ciascuno strato.

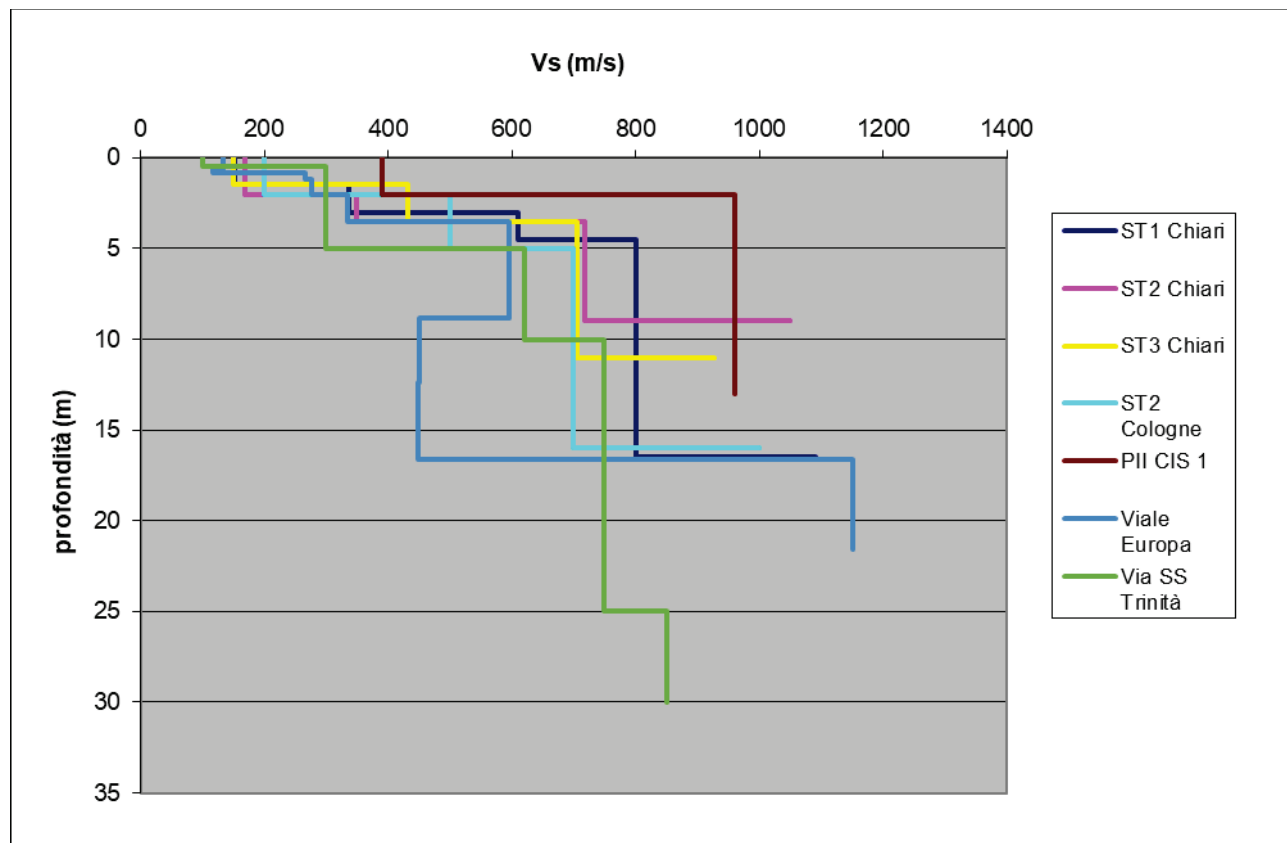
Sulla base di indagini geofisiche eseguite in Comune di Palazzolo sull'Oglio e in territori limitrofi aventi caratteristiche litologiche confrontabili con quelle del territorio di Palazzolo sull'Oglio, è stata condotta una valutazione dell'amplificazione sismica di carattere litologico.

Per quanto riguarda i dati all'interno del Comune di Palazzolo sull'Oglio si è fatto riferimento ad alcune indagini eseguite nel corso degli anni per la progettazione di interventi significativi.

Inoltre sono risultati utili i dati reperiti nei comuni di Cologno e di Chiari, caratterizzati dalla presenza di depositi fluvioglaciali e fluviali ghiaiosi assimilabili a quelli presenti nel territorio di Palazzolo sull'Oglio.

Nonostante le indagini di sismica a rifrazione siano dotate di un elevato grado di attendibilità, trattandosi di dati tratti da indagini realizzate anche su territori limitrofi e non esclusivamente sul territorio di Palazzolo sull'Oglio, ai risultati dell'analisi sismica viene affidato un grado di attendibilità medio.

Di seguito si riporta un grafico che illustra l'andamento delle Vs con la profondità per le indagini utilizzate per l'analisi sismica del territorio di Palazzolo sull'Oglio.



Il modello geofisico indica la presenza di litotipi ad alta porosità, corrispondenti a depositi fluvio-glaciali e fluviali grossolani e compatti fino ad una profondità variabile tra 10 e 25 m. Inferiormente sono presenti materiali molto compatti costituenti il bedrock geofisico ($V_s \geq 800$ m/s).

In base ai valori delle onde di taglio (V_s) e alla loro variazione con la profondità, ai terreni ricompresi nel territorio di Palazzolo sull'Oglio è possibile assegnare una $V_{s30} > 360$ m/s.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 si tratta di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo B.

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio V_s con la profondità) ha permesso, applicando l'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616/2011, di ottenere dei valori di F_a (fattore di amplificazione) pari a $F_a = 1.1 \div 1.3$ nell'intervallo 0.1-0.5 s e $F_a = 1.0 \div 1.1$ nell'intervallo 0.5-1.5 s

Questi valori di Fa calcolati (FAC) devono essere confrontati con il valore FA di soglia (FAS) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Palazzolo sull'Oglio per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa abaco (FAC)	Fa Soglia (FAS) Categoria di sottosuolo B	Fa abaco (FAC)	Fa Soglia (FAS) Categoria di sottosuolo B
1.1÷1.3	1.5	1.0÷1.1	1.7

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di Fa ottenuti dall'abaco.

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per il territorio di Palazzolo sull'Oglio la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 17 gennaio 2018) risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica.

Si sottolinea inoltre che nel territorio di Palazzolo sull'Oglio non sono presenti terreni dotati di caratteristiche granulometriche tali da essere soggetti a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici.

7. SISTEMA IDROGRAFICO

7.1. RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

La rete idrografica, riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2), è tratta dallo *Studio per la determinazione del reticolo idrico minore* secondo le direttive contenute nella D.G.R. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 e s.m. (Ziliani L., Di Pasquale A., 2011). A tale elaborato si rimanda per una dettagliata descrizione dei corsi d'acqua che interessano il territorio di Palazzolo s/O; nel presente paragrafo se ne riporta una sintesi.

Sul territorio comunale non sono stati individuati corsi d'acqua classificabili come “reticolo idrografico minore”: tutti i corsi d'acqua presenti sono o di competenza regionale (reticolo idrografico principale), o di un Consorzio di Bonifica, o di un Consorzio privato titolare di una regolare concessione al prelievo, al convogliamento ed all'uso irriguo delle acque o infine di altri soggetti od Enti privati.

Appartengono al reticolo idrico principale di competenza regionale: il Fiume Oglio, il Torrente Rillo ed il Torrente Miola.

Il territorio comunale di Palazzolo sull'Oglio ricade nel territorio di competenza di due Consorzi di Bonifica differenti, i cui comprensori sono delimitati dal Fiume Oglio:

- sulla sponda occidentale (la sponda “bergamasca”) è attivo il “Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca”, che gestisce essenzialmente i prelievi d'acqua dai corsi d'acqua principali della provincia di Bergamo (il Torrente Cherio, il Fiume Serio, il Fiume Brembo e, in misura limitata, il Fiume Adda) e ne cura la distribuzione ai fini irrigui fino alle estreme propaggini meridionali della provincia;
- sulla sponda orientale (la sponda “bresciana”) è attivo il Consorzio di Bonifica “Sinistra Oglio” che gestisce alcune delle aste idriche derivate in sponda sinistra dal Fiume Oglio e derivate nella fascia dei fontanili e cura la distribuzione delle acque ai fini irrigui nella parte sudoccidentale della Provincia di Brescia.

Nello *Studio per la determinazione del reticolo idrico minore* ed in particolare sulle tavole *Individuazione del reticolo idrico, nonché delle altre aste idriche soggette a tutela* (Tav. 2a e 2b) sono stati indicati i corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale, quelli appartenenti al reticolo di bonifica, nonché i tratti particolarmente significativi, per motivi idraulici, ambientali o paesistici, del reticolo irriguo gestito dai diversi consorzi concessionari, distinguendo i tratti a cielo aperto e i tratti coperti.

Sulle tavole "*Individuazione dello schema organizzativo della rete idrografica in rapporto ai cavi principali*" (Tavola 3a e 3b) viene invece rappresentata la struttura della rete idrografica, con riferimento non tanto ai gestori o agli enti competenti sulle differenti aste (per quanto facilmente desumibili), quanto alla struttura della rete idrografica, fornendo elementi utili alla comprensione dello schema di deflusso delle acque, con riferimento ai cavi principali della rete di drenaggio.

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4) allegata al presente studio geologico sono riportate:

- le fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale;
- le fasce di competenza del reticolo idrico di bonifica;
- le fasce di tutela del reticolo idrico privato di rilevante importanza paesistica, idraulica o ambientale.

7.2. FIUME OGGLIO

La gestione del corso d'acqua e quindi le funzioni di polizia idraulica concernenti il tratto di Fiume Oglio che scorre nel Comune di Palazzolo sono esercitate dall'Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPO). Le istanze riguardanti interventi sul Fiume Oglio e nelle relative fasce di rispetto devono quindi essere presentate all'Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPO) ed ottenere il parere favorevole sotto l'aspetto idraulico, mentre i provvedimenti di concessione e l'introito dei canoni per interventi sempre sul Fiume Oglio, sia per le autorizzazioni ai soli fini idraulici che per le occupazioni di aree demaniali, sono di competenza della Regione.

Il Fiume Oglio si origina a quota 1375 m s.l.m. in località Pezzo, Comune di Ponte di Legno, dalla confluenza dei torrenti Oglio Frigidolfo e Oglio Arcanello. Dopo aver attraversato la Valle Camonica, entra nel Lago di Iseo ed esce a Sarnico, dove è situata una diga di sbarramento che aumenta il volume di immagazzinamento del lago e di conseguenza l'azione regolatrice dei deflussi dell'Oglio.

Il fiume suddivide il territorio comunale in due parti divise oltre che dal punto di vista morfologico anche da quello amministrativo: la sponda occidentale del Fiume è innervata dalle ultime propaggini delle aste idriche derivate dai corsi d'acqua principali della provincia di Bergamo (Fiume Serio e Fiume Cherio), la competenza sulle quali ricade su un Consorzio con sede in Bergamo, mentre la sponda orientale è innervata con aste derivate dal fiume stesso che amministrativamente fanno riferimento ad Enti con sede in provincia di Brescia.

Il fiume Oglio percorre il territorio comunale di Palazzolo in direzione Nord-Est – Sud-Ovest, entrando nel territorio comunale a Sud del ponte dell'Autostrada Milano – Venezia.

Poco a Sud di tale ponte si trova una rilevante opera di sbarramento, che alimenta in sponda destra un canale idroelettrico ed in sponda sinistra la Roggia Vetra. A valle di tale opera, il Fiume Oglio si inoltra all'interno del centro abitato di Palazzolo sull'Oglio.

Il tracciato del Fiume Oglio all'interno del centro abitato di Palazzolo riporta forti segni dell'attività antropica: esso è arginato pressoché per tutto il tracciato su ambedue le sponde, con un salto di fondo all'ingresso del paese (in corrispondenza della reimmissione delle acque del canale idroelettrico derivato in precedenza) e con una serie di ponti pedonali e carrabili.

Il restringimento indotto da questi ultimi, con particolare riferimento ad un ponte storico posto in centro al paese, sono stati in passato causa di rilevanti problemi alluvionali che hanno interessato in particolare la sponda sinistra del fiume, posta in posizione orografica più sfavorita.

Poco a Sud del paese si rileva la presenza di un'altra opera di captazione rilevante, quella della Seriola Castrina, che si deriva in sponda sinistra con una semplice bocca posta in asse al fiume, senza sbarramenti.

Ancora più a Sud si riscontra la presenza di un secondo sbarramento di rilevante importanza, del cui rigurgito si giova anche il prelievo della Seriola Castrina: tale sbarramento alimenta in sponda sinistra la Roggia Trenzana ed in sponda destra la Roggia Sale ed un secondo canale idroelettrico.

All'interno della valle dell'Oglio l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha individuato le Fasce Fluviali che sono state riportate sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4). In particolare una significativa porzione del centro storico situata in sponda sinistra è interessata dalla Fascia C delimitata dal limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C.

Inoltre, nell'ambito del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha individuato le aree allagabili, anch'esse riportate sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4), che saranno illustrate nel cap. 8.

Negli anni passati è stata effettuata una serie di interventi atti a mettere in sicurezza il centro edificato. Le opere realizzate sono le seguenti:

- Nuovo parco fluviale realizzato nell'area compresa tra la sponda sinistra dell'Oglio e la Seriola Vecchia di Chiari, a monte del ponte di Via XX Settembre. Le opere realizzate

comprendono, fra l'altro, la formazione di un terrapieno delimitante l'area golenale, per la connessione ciclopedonale tra il margine spondale, il viale centrale di accesso al parco ed il piano della seriola. In tal modo si è realizzato un argine a quota di sicurezza nei confronti delle massime piene dell'Oglio, intestato contro il rilevato stradale di accesso al ponte da un lato e la Seriola Vecchia di Chiari dall'altro, a difesa della zona edificata.

- Nuovi argini del F. Oglio, realizzati nel 2002 lungo la sponda sinistra presso il ponte stradale di Via XX Settembre, mediante la costruzione di un muro in c.a..
- Arginatura in sponda sinistra del F.Oglio, realizzata nel 2004 mediante sopralzo del muro e del rilevato dell'argine della presa della Seriola Castrina verso valle.

Nell'ambito della stesura del nuovo Piano di Governo del Territorio è stato effettuato un *Aggiornamento dello Studio della valutazione delle condizioni di rischio idraulico nelle aree interne al centro edificato di Palazzolo s/O classificate nel PAI a rischio idrogeologico molto elevato "I" e "B-Pr" e nella Fascia "B" del Fiume Oglio in relazione alle possibili esondazioni fluviali* (Ing. Giuseppe Rossi, 2021) sulla base dei nuovi dati utilizzati per la mappatura delle aree allagabili del PGRA, al fine di definire gli usi compatibili con le eventuali condizioni di rischio. Tale studio è allegato alla presente relazione (ALLEGATO 1)

Sulla base dei risultati dello studio idraulico (Allegato 1) sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1) e sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5) lungo il F. Oglio sono riportate le aree allagabili definite a pericolosità idraulica molto elevata (H4), elevata (H3), media (H2).

7.3. TORRENTE MIOLA

Il Torrente Miola si origina sulle pendici occidentali del Monte Alto (651 m s.l.m.), in Comune di Capriolo. Esso procede in maniera decisa in direzione Sud, prima a delimitare il confine comunale fra Capriolo ed Adro, poi, all'interno del territorio comunale di Palazzolo, lungo il margine orientale dell'abitato di San Pancrazio.

A Sud di San Pancrazio esso corre per un breve tratto lungo il confine comunale tra Palazzolo e Rovato, per poi piegare in direzione Est, in Comune di Rovato per immettersi infine nella Roggia Fusia all'ingresso dell'abitato di Cologne.

Il Torrente Miola presenta una serie di caratteri tipici delle aste idriche naturali che si originano agli estremi settentrionali della pianura: esso sottende un bacino extraurbano piuttosto ampio, sul quale si innestano una serie di contributi antropici all'interno dell'area urbanizzata.

Lungo il suo tracciato il Torrente Miola risulta fortemente interessato dall'intervento antropico, con tratti arginati, ponti ed attraversamenti non sempre adeguati, restringimenti.

Sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1) e sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5) sono riportate le aree esondabili da parte del corso d'acqua.

La presenza di un alveo fortemente disturbato in presenza di un bacino imbrifero ampio ma dotato di corrivazioni limitate, rendono il Torrente Miola un corso d'acqua problematico, con un regime di tipo torrentizio, caratterizzato da piene intense e di tipo impulsivo; la criticità del torrente è accresciuta dal fatto che esso lambisce le aree urbanizzate: in Comune di Palazzolo l'abitato di San Pancrazio.

7.4. TORRENTE RILLO

Il Torrente Rillo si origina a sud dell'Autostrada A4, in territorio di Grumello del Monte, lambisce sul lato orientale l'abitato di Telgate e poi piega decisamente a Sud, fino all'immissione nel Torrente Cherio, in Comune di Palosco, poco a monte della confluenza nel Fiume Oglio.

Nel tratto in cui esso interessa il territorio comunale di Palazzolo, delimita non solo il confine comunale tra Palazzolo e Palosco, ma funge da linea di divisione tra le province di Brescia e di Bergamo.

Dal punto di vista idrologico il Torrente Rillo presenta caratteristiche analoghe al Torrente Miola, con la sola differenza che il Torrente Rillo non sottende nel suo primo tratto un bacino pedecollinare, ma raccoglie lungo il proprio tracciato i colli delle aree di pianura attraversate, ivi comprese le aree urbanizzate.

Il Torrente Rillo presenta pertanto anch'esso un regime di tipo torrentizio e un tracciato fortemente disturbato: queste caratteristiche unite portano a definirlo un'asta idrica dotata di una certa problematicità idraulica.

7.5. RETICOLO DI BONIFICA

Il Consorzio di Bonifica “della Media Pianura Bergamasca” opera sulla sponda occidentale del Fiume Oglio che è innervato dalle estreme propaggini della rete irrigua della Roggia Conta e di quella della Roggia Castrina.

Il Consorzio di Bonifica “Sinistra Oglio” opera sulla sponda orientale del Fiume e gestisce le aste idriche della Seriola Castrina e della Seriola Trenzana.

7.6. CANALI PRIVATI PER LA DERIVAZIONE, LA CONDOTTA E L'USO IN CONCESSIONE DI ACQUE PUBBLICHE

Oltre che dalle rogge in capo ai due Consorzi di Bonifica territorialmente competenti, il Comune di Palazzolo sull'Oglio è innervato anche da altri canali per la derivazione, la condotta e l'uso in concessione di acque pubbliche, in capo a soggetti privati.

Tali canali, non secondari rispetto alle aste descritte in precedenza per importanza, furono originariamente erroneamente inseriti da parte della Regione Lombardia nel novero delle aste idriche di competenza dei Consorzi di Bonifica: in seguito ad un ricorso promosso dai titolari delle concessioni presso il Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche è stata successivamente confermata l'esclusione di tali canali dall'ambito di applicazione della L.R. 1/2000 e, a più forte ragione, delle relative delibere attuative.

I canali privati per la derivazione, la condotta e l'uso in concessione di acque pubbliche oggetto del ricorso ed interessanti il Comune di Palazzolo sull'Oglio sono la Roggia Sale (derivata dal Fiume Oglio sulla sponda “bergamasca”) e le Rogge Vetra e Fusia (derivate dal Fiume Oglio sulla sponda “bresciana”).

8. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DEL PO (PGRA) – ATTUAZIONE DELLA VARIANTE NORMATIVA AL PAI ALLA SCALA COMUNALE

8.1. PREMESSA

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà 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. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, è stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono nelle aree allagabili e sono individuate le misure per ridurre il rischio stesso, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi, da attuarsi in maniera integrata.

Con D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738 la Regione Lombardia ha emanato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza.

8.2. MAPPE DI PERICOLOSITÀ

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle Mappe di Pericolosità del PGRA; sono previsti tre scenari di pericolosità:

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M);

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L).

Le aree allagabili riguardano quattro diversi “ambiti territoriali” che si differenziano tra loro per i diversi approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili stesse:

- Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM);
- Reticolo Secondario di Pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree Costiere Lacuali (ACL).

Nel territorio di Palazzolo sull'Oglio le Mappe di Pericolosità del PGRA individuano aree allagabili riferite sia al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP), sia al Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

8.3. MAPPE DEL RISCHIO

Il PGRA contiene le Mappe del rischio che rappresentano il risultato finale dell'incrocio tra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti e raggruppati in classi omogenee di danno potenziale.

I dati sugli elementi esposti derivano principalmente dalle carte di uso del suolo regionali. Per definire le aree edificate è stata utilizzata l'Ortofoto AGEA 2012, ma è possibile aggiornarle con quelle rappresentate sull'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul Geoportale di Regione Lombardia.

La determinazione del rischio è ottenuta dalla combinazione dei parametri vulnerabilità, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice.

Le Mappe del rischio classificano il territorio interessato da allagamenti secondo 4 gradi di rischio crescente:

- R1 - rischio moderato o nullo;
- R2 - rischio medio;
- R3 - rischio elevato;
- R4 - rischio molto elevato.

La Mappa del rischio del PGRA relativa al territorio di Palazzolo s/O è illustrata in Figura 2 riportata di seguito.



Figura 2 – Mappa del rischio del PGRA per il territorio di Palazzolo s/O

8.4. RETICOLO PRINCIPALE DI PIANURA E DI FONDOVALLE (RP)

La delimitazione delle aree allagabili riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) deriva da studi commissionati dall'Autorità di Bacino.

In particolare le aree di allagamento definite nelle Mappe di pericolosità del PGRA lungo il Fiume Oglio derivano dagli “*Studi di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio*” (R.T.I.: Enel Hydro - Aquater - Idro - C. Lotti & Associati Studio Paoletti, marzo 2006), predisposti dall'Autorità di Bacino del F. Po.

Esse comprendono:

- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L).

Le aree allagabili individuate nelle mappe di pericolosità del PGRA non coincidono perfettamente con le fasce fluviali (Fascia A, Fascia B e Fascia C) individuate nell'Elaborato 8 “Tavole di delimitazione delle fasce fluviali” del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI), già riportate nella Componente geologica del PGT vigente, in quanto gli approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili e le fasce fluviali sono differenti.

Come riportato nella D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, l'Autorità di Bacino del Fiume Po dovrebbe procedere in futuro, in accordo con Regione Lombardia, ad avviare una specifica variante al PAI a scala di asta fluviale (variante d'asta) al fine di uniformare le aree allagabili, le fasce fluviali e la relativa normativa.

In ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, i Comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA devono procedere obbligatoriamente ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico (PGT) e il PGRA. In particolare, come illustrato al par. 3.1.4, 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 effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia.

Nel 2011, nell'ambito della redazione del PGT, tenuto conto che dai documenti del PAI risultava che una significativa porzione del centro storico di Palazzolo s/O situata in sponda sinistra era interessata da potenziali allagamenti, è stato effettuato uno *Studio della valutazione delle*

condizioni di rischio idraulico nelle aree interne al centro edificato di Palazzolo s/O classificate nel PAI a rischio idrogeologico molto elevato "I" e "B-Pr" e nella Fascia "B" del Fiume Oglio in relazione alle possibili esondazioni fluviali (Ing. Giuseppe Rossi, 2011).

Ai sensi della D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738 il Comune di Palazzolo s/O è tenuto a verificare e, se necessario, ad aggiornare le valutazioni delle condizioni di rischio effettuate nel 2011, sulla base dei nuovi dati (portate, livelli, topografia) utilizzati per la mappatura delle aree allagabili del PGRA.

Di conseguenza l'Amministrazione Comunale ha incaricato l'Ing. Giuseppe Rossi di aggiornare lo studio da lui effettuato nel 2011, sulla base dei nuovi dati utilizzati per la mappatura delle aree allagabili del PGRA.

8.4.1. Risultati dello Studio idraulico - Valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali (Dott. Ing. G. Rossi, 2021)

Lo studio idraulico, allegato alla presente relazione, è stato effettuato secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 e riguarda il centro storico di Palazzolo s/O, posto in sinistra idrografica.

La finalità dello studio è quella di effettuare una valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e di rischio locali, in ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, par. 3.1.4.

I risultati dello studio idraulico, cui si rimanda per tutti i dettagli, hanno consentito di delimitare le aree esondabili per un evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni, mappando al loro interno le altezze massime del battente d'acqua (Tavola n. T01 - Carta delle aree esondabili - Battente) e le velocità massime dei flussi d'acqua (Tavola n. T02 - Carta delle aree esondabili - Velocità).

Sulla base dell'analisi del battente e della velocità del flusso idrico è stata effettuata la zonazione della pericolosità all'interno delle aree allagabili (secondo lo schema di cui al paragrafo 3.4 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011) riportata nella Tavola n. T03 - Carta della pericolosità.

Le aree allagabili sono state suddivise nelle seguenti quattro classi di pericolosità:

- H2 o H1: pericolosità media o moderata
- H3: pericolosità elevata
- H4: pericolosità molto elevata.

I risultati dello studio confermano il pericolo di allagamento per una parte del centro storico di Palazzolo, situata attorno a Piazza Giovanni XXIII e Piazza Roma a causa della tracimazione delle sponde e della morfologia del territorio urbanizzato.

Per recepire nella Componente geologica del PGT i risultati dello studio idraulico, alle diverse classi di pericolosità individuate vengono attribuite ben precise classi di fattibilità e norme di riferimento secondo le correlazioni definite nella DGR IX/2616/2011 (All. 4 e Tabelle 1bis e 3).

Lo studio idraulico ha interessato sia le aree edificate che quelle non edificate. Le aree non edificate appartenenti alle aree P3/H del PGRA, indipendentemente dalla pericolosità individuata dallo studio di dettaglio, vengono attribuite alla sottoclasse di fattibilità 4a, insieme alle aree valutate dallo studio di dettaglio a pericolosità H4. Le aree non edificate appartenenti alle aree P2/M del PGRA vengono attribuite alla sottoclasse di fattibilità 3a.

Le aree già edificate valutate a pericolosità H3 vengono attribuite alla sottoclasse di fattibilità 3a, mentre quelle valutate a pericolosità H2 vengono attribuite alla sottoclasse 3c e quelle valutate a pericolosità H1 vengono attribuite alla sottoclasse 3d.

Le aree allagabili appartenenti alle aree P1/L (potenzialmente interessate da alluvioni rare) del PGRA vengono attribuite anch'esse alla sottoclasse 3d.

Come precedentemente chiarito, lo studio idraulico di dettaglio ha riguardato il centro storico di Palazzolo s/O. Per quanto riguarda le aree già edificate esterne al centro storico e non valutate dallo studio di dettaglio, nelle more del completamento della valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, è facoltà del Comune applicare, anche all'interno di tali aree, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M o richiedere che gli interventi edilizi vengano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che utilizzi come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA (v. Norme Geologiche di Piano). Di conseguenza, le aree già edificate, appartenenti alle aree P3/H del PGRA, non valutate dallo studio idraulico di dettaglio, sono attribuite alla sottoclasse di fattibilità 3b.

Tabella 2 - Correlazione tra le classi di pericolosità del PGRA e quelle derivanti dallo studio idraulico, le classi di fattibilità e le norme PAI

	Norma	Classe di fattibilità
Aree P3/H dell'ambito RP del PGRA non edificate	NTA PAI Fascia A	4a
Aree P3/H dell'ambito RP del PGRA valutate da studio di dettaglio a pericolosità H4	NTA PAI Fascia A	4a
Aree P2/M dell'ambito RP del PGRA non edificate	NTA PAI Fascia B	3a
Aree P3/H e P2/M dell'ambito RP del PGRA valutate da studio di dettaglio a pericolosità H3 (interne alle aree già edificate)	NTA PAI Fascia B	3a
Aree P3/H e P2/M dell'ambito RP del PGRA valutate da studio di dettaglio a pericolosità H2 (interne alle aree già edificate)	Norme Geol. di piano	3c
Aree valutate da studio di dettaglio a pericolosità H1 (interne alle aree già edificate)	Norme Geol. di piano	3d
Aree P1/L del PGRA	NTA PAI Fascia C Norme Geol. di piano	3d
Aree P3/H dell'ambito RP del PGRA interne alle aree già edificate, non valutate da studio di dettaglio	Par. 3.1.4, punto 3 dell'All. A alla D.G.R. X/6738/2017	3b

8.5. RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA (RSP)

Nelle Mappe di pericolosità del PGRA le aree allagabili riferite all'ambito territoriale Reticolo secondario di pianura (RSP) comprendono:

- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H). Esse comprendono:
 - le aree già contenute nel PGT vigente e nell'Elaborato 2 del PAI come Zona B-Pr e come Zona I (potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni);
 - aree allagabili distribuite lungo il reticolo consortile ed in particolare lungo la Roggia Castrina, la cui delimitazione è stata proposta da ANBI (ex URBIM), sentiti i Consorzi di bonifica.

2. aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M). Si tratta di alcune aree allagabili distribuite lungo il Rio Miola, già contenute nel PGT vigente.

Per quanto riguarda le aree a rischio idrogeologico molto elevato classificate come “Zona B-Pr” e come “Zona I” nell'Elaborato 2 del PAI, la valutazione condotta (Studio Idraulico - Valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali - Dott. Ing. G. Rossi, 2021) risponde a quanto richiesto dalle NdA del PAI all'art. 51 comma 5.

Per quanto riguarda le aree allagabili distribuite lungo il Rio Miola, sulla base dei risultati dello *Studio comunale semplificato di gestione del rischio idraulico* (Ing. A. Di Pasquale, 2021), si propone l'ampliamento dell'area allagabile P2/M già contenuta nel PGRA al fine di includere quelle aree che, in caso di malfunzionamento della sezione d'alveo, vengono prioritariamente allagate.

9. IDROGEOLOGIA

9.1. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio, nell'ambito del presente lavoro, è finalizzato principalmente alla tutela delle risorse idriche sotterranee e delle captazioni a scopo idropotabile.

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale sono illustrate dalla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2). Nella Tabella 1 si riporta l'elenco dei pozzi la cui ubicazione è riportata sulla Tav.2. Per alcuni di essi è stata reperita la stratigrafia dei terreni attraversati durante la perforazione che è allegata alla presente relazione.

Le stratigrafie dei pozzi evidenziano che dal punto di vista idrogeologico il territorio di Palazzolo s/O è caratterizzato da potenti depositi grossolani, rappresentati da ghiaia e sabbia con ciottoli che a partire da 10 - 15 m di profondità risultano più o meno cementati fino a passare a conglomerati compatti o fessurati con intercalazioni di lenti prevalentemente ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e argillose. I livelli argillosi hanno una struttura lenticolare e sono caratterizzati da spessori piuttosto ridotti e da una scarsa continuità laterale.

I depositi ghiaioso-conglomeratici si spingono fino a 115-130 m di profondità. Infatti nei pozzi più profondi (n. 2, n. 3/1, n. 5) a partire da profondità variabili da 115 a 130 m da p.c. compaiono livelli argillosi caratterizzati da spessori ragguardevoli (anche oltre 10 m) e con contenuti di torba. Queste argille sono attribuibili ad un'unità idrogeologica denominata "Villafranchiana" di origine continentale e marina.

Il tetto dell'unità Villafranchiana (che costituisce la base dell'acquifero ghiaioso-conglomeratico) nel territorio di Palazzolo s/O si approfondisce gradualmente da nord-ovest, dove è situato a circa 70 m s.l.m., in direzione sud-est, dove si rinviene a circa 60 m s.l.m. (F. Bellini, M. Carraro, 1992). L'unità Villafranchiana è stata incontrata dal pozzo comunale di via IV novembre (n.2) a 67 m.s.l.m., dal pozzo n. 5 di via Gavazzino a 60 m.s.l.m. e nel pozzo n. 3/1 di via Venezia di San Pancrazio a 60 m.s.l.m..

L'acquifero ghiaioso-sabbioso-conglomeratico contiene una falda multistrato. La presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati compatti, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza la circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti. Il livello

acquifero più superficiale contiene una falda libera, mentre in profondità la presenza di banchi o di lenti a minore permeabilità, costituiti da conglomerati compatti o da livelli limoso-argillosi, può determinare la formazione di livelli acquiferi confinati o semiconfinati.

Si ritiene comunque che i livelli siano in parte tra loro intercomunicanti, in quanto gli orizzonti a bassa permeabilità non sembrano estesi e continui a tal punto da separare completamente gli acquiferi. Di conseguenza i livelli acquiferi contenuti nell'unità ghiaioso-sabbioso-conglomeratica possono essere ricondotti ad un'unica circolazione idrica sotterranea.

Per illustrare la struttura idrogeologica del sottosuolo si allegano due sezioni idrogeologiche tratte dallo *Studio idrogeologico della pianura bresciana tra il F. Oglio e il F. Chiese* (Denti E., Lauzi S., Sala P., Scesi L., 1988). La sezione 1 è diretta da NNE a SSW, mentre la sezione B è diretta E-W. Entrambe evidenziano la predominanza di depositi ghiaioso-sabbiosi passanti in profondità a conglomerati.

La conducibilità idraulica dell'acquifero, valutata in base a prove di portata effettuate sul pozzo di via Venezia – S. Pancrazio (n.3/1) e sul pozzo di via Gavazzino (n.5), è pari rispettivamente a 1,3 e 1,2 x 10⁻³ m/s (Ecosphera, 2006).

9.2. POZZI PUBBLICI

L'acquedotto di Palazzolo s/O è gestito da Acque Bresciane servizio idrico integrato ed è alimentato dai pozzi descritti di seguito.

Il **pozzo Garibaldi (n.1)**, situato in località Rosta, è stato chiuso nel 2018 (provvedimento n. 4754 del 06.12.2018 della Provincia di Brescia)

2 - Pozzo IV Novembre: NON UTILIZZATO

- località Mura;
- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1986;
- quota testa pozzo: 184,5 m s.l.m.;
- quota piano strada: 184,2 m s.l.m.
- profondità: 130 m da p.c.;
- diametro 457 mm;
- 40-50 l/s d'esercizio;
- dati al collaudo: portata: 70 l/s, livello statico 42 m, livello dinamico 44 m;

- prova di portata 13 agosto 1991: liv. statico: 45,60 m; liv. dinamico: 46,16 m; portata: 45 l/s;
- prova di portata 17 giugno 1996: liv. statico: 45,57 m; liv. dinamico: 45,93 m; portata: 30 l/s;
- acquifero captato: acquifero superiore libero e acquiferi semiconfinati;
- tratti filtranti: da 50,00 a 64,12 m; da 69,37 a 75,47 m; da 88,76 a 100,96 m; da 107,50 a 113,60 m.

3 - Pozzo Venezia

- località S. Pancrazio;
- quota testa pozzo: 196,7 m s.l.m.;
- quota p.c.: 196,30 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1988;
- profondità: 150 m da p.c.;
- diametro 457 mm;
- inizialmente fenestrato oltre i 110 m di profondità; nel 1993 la IPTA Vassalli ha effettuato il taglio della camicia in corrispondenza dei livelli acquiferi più alti, più produttivi, creando nuovi filtri di tipo "a tettuccio" tra 68 e 102 m di profondità;
- dati al collaudo prima della fenestrazione: portata: 15 l/s, livello statico 59 m, livello dinamico 73 m;
- dati al collaudo dopo gli interventi del 1993: portata: 16 l/s, livello statico 60 m, livello dinamico 60,35 m;
- prova di portata 16.05.2006: portata 14,2 l/s, livello statico 64,70 m, livello dinamico 65,07 m
portata 19,0 l/s, livello statico 64,70 m, livello dinamico 65,28 m
- prova di portata 23 giugno 2006: liv. statico: 64,10 m, liv. dinamico: 64,80 m, portata 23 l/s;
- portata attuale: 22-23 l/s
- acquifero captato: acquifero superiore libero e acquiferi semiconfinati;
- tratti filtranti da 68 e 102 m; da 110,50 a 113 m; da 115,50 a 116,50 m; da 123,80 a 124,40 m; da 126 a 127 m; da 132 a 136 m.;
- soggiacenza compresa tra 56 e 64 m.

4 - Pozzo Puccini

- località S. Giuseppe;
- quota testa pozzo: 182,40 m s.l.m.;
- quota p.c.: 183,90 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: ITA Cocchetti, 1971;
- profondità: 109,50 m da p.c.;
- diametro 406 mm fino a -76 m, poi diametro 303 mm;

- portata d'esercizio: 55 l/s;
- dati al collaudo (24.11.1971): livello statico 43 m;
- prova di portata 17 ottobre 1992: liv. statico: 41,92 m; liv. dinamico: 43,50 m; portata: 58 l/s;
- prova di portata 17 giugno 1996: liv. statico: 44,95 m; liv. dinamico: 46,73 m; portata: 55 l/s;
- prova di portata 19 maggio 2006: liv. statico: 50,95 m; liv. dinamico: 53,60 m; portata: 44 l/s;
liv. statico: 50,95 m; liv. dinamico: 54,50 m; portata: 55 l/s;
- acquifero captato: acquifero superiore libero e acquiferi semiconfinati;
- tratti filtranti: da 48,40 a 53,42 m; da 66,42 a 76,47 m; da 76,81 a 95,37 m.

5 - Pozzo Campo sportivo (Gavazzino)

- località Campo Sportivo;
- quota testa pozzo: 176,00 m s.l.m.;
- quota p.c.: 177,70 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: ITA Cocchetti, 1962;
- profondità: 130,00 m da p.c.;
- diametro 400 mm fino a -60 m, poi diametro 300 mm;
- portata d'esercizio: 40-48 l/s;
- dati al collaudo (06.11.1991): livello statico 40 m; livello dinamico: 40,50; portata: 24 l/s
- prova di portata 20 giugno 1996: liv. statico: 39,68 m; liv. dinamico: 40,25 m; portata: 24 l/s;
- prova di portata 24 maggio 2006: liv. statico: 45,50 m; liv. dinamico: 46,28 m; portata: 36 l/s;
liv. statico: 45,50 m; liv. dinamico: 46,12 m; portata: 30 l/s;
- prova di portata 20 giugno 2006: liv. statico: 44,10 m; liv. dinamico: 44,87 m; portata: 34 l/s;
liv. statico: 44,10 m; liv. dinamico: 45,06 m; portata: 40 l/s;
liv. statico: 44,10 m; liv. dinamico: 45,30 m; portata: 48 l/s;
- acquifero captato: acquifero superiore libero e acquiferi semiconfinati;
- tratti filtranti: da 30,50 a 37,50 m; da 60,00 a 79,00 m; da 95,00 a 103,00 m; da 114,00 a 116,00.

6 - Pozzo Mirasole: NON UTILIZZATO

- località via Valena;
- anno di perforazione: 1960;
- pozzo scollegato all'acquedotto dal 2001;
- profondità: 77,00 m da p.c.;
- diametro 200 mm;

7 - Pozzo Parco (loc. ex Nulli)

- località Parco fluviale;

- profondità: 100,00 m da p.c.;
- diametro: 800 mm fino a -40 m, 508 mm da -40 a -100 m;
- portata d'esercizio: 32 l/s;
- dati al collaudo (2009): livello statico 16,25 m; livello dinamico: 29,23; portata: 59 l/s
- acquifero captato: acquifero superiore libero e acquiferi semiconfinati;
- filtri a ponte: da 20,00 a 36,00 m; da 52,00 a 76,00 m; da 82,00 a 88,00 m.

9.3. PIEZOMETRIA

9.3.1. Caratteristiche piezometriche

Per illustrare l'andamento della piezometria nel comune di Palazzolo s/O è stata riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2) la piezometria riferita a maggio 1994, tratta dallo *Studio idrogeologico sulla variazione delle zone di rispetto dei pozzi comunali "via Gavazzino" e "via Venezia"* (Ecosphera, 2006)

La quota della falda presenta un dislivello di 20 metri circa nell'intero comune di Palazzolo s/O, andando da 145 m s.l.m., all'estremità nord-occidentale, a 125 m al limite sud-orientale. La falda presenta una cadente piezometrica pari a circa 0,4%, abbattendosi di circa 4 metri per ogni km.

La direzione di deflusso è prevalentemente da NW verso SE, coerentemente con l'andamento dell'unità Villafranchiana che rappresenta la base dell'acquifero ghiaioso-sabbioso-conglomeratico. La direzione di deflusso delle acque sotterranee mostra tuttavia una sensibile variazione nei pressi del Fiume Oglio che alimenta la falda acquifera e che determina quindi una deformazione delle isopieze. È presumibile, inoltre, che l'appiattimento della piezometria in corrispondenza del centro abitato, in sponda destra, sia accentuato dal funzionamento dei diversi pozzi presenti.

La soggiacenza nel settore orientale del territorio di Palazzolo s/O varia da 60 m nella zona di San Pancrazio a 50 m nella zona del centro abitato, a 40 m nella zona industriale, sino a 30 m nell'estremità sud-orientale. Nel settore occidentale, in sponda destra, la soggiacenza è compresa tra 45 e 30 m. Nella valle dell'Oglio essa raggiunge valori pari a 15-20 m.

Come già detto il fiume si trova in condizioni di alimentazione della falda per infiltrazione dal subalveo.

L'andamento della piezometria è in accordo sia con quella elaborata da ARPA - Dipartimento di Brescia (*Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Studio idrogeologico della pianura bresciana*,

2006), relativa a rilievi effettuati nel luglio 2006, sia con quella elaborata da Tullia Bonomi e Roberto Verro (1998) sulla base dei dati rilevati dal nostro studio nell'ottobre 1996, in occasione della redazione del Progetto di monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Brescia.

Nel luglio 2006 la falda risulta più bassa di circa 7 m rispetto al maggio 1994, mentre nell'ottobre 1996 è situata a quote molto simili.

Nel marzo 2011 è stata effettuata una campagna di misure del livello piezometrico a nord-ovest dell'abitato di Palazzolo, al confine con il comune di Telgate, in relazione ad un progetto di impianto di discarica per rifiuti inerti all'interno del ATEg39 in comune di Telgate.

I dati, riportati nella tabella sottostante, evidenziano che nel marzo scorso la falda era più alta rispetto ai valori rilevati nel maggio 1994. In particolare il valore massimo è stato misurato nel pozzo 26, dove la falda è risultata circa 2,5 m più alta rispetto al maggio 1994.

Misure effettuate in data 22.03.2011

Pozzo (n°)	Proprietario/località	Quota p.c. (m s.l.m.)	Soggiacenza (m)	Livello statico (m s.l.m.)
26	C.na Olmo	183,4	41,49	141,91
36	C.na Breda	180,1	39,61	140,49
37	C.na Bandiera	177,6	35,73	141,87
38	C.na Campetto	188,0	46,53	141,47

I dati piezometrici disponibili, riferibili a pozzi della rete di controllo del Magistrato per il Po di Parma (stazione di Chiari), a pozzi e piezometri della rete di controllo del Consorzio dell'Oglio e del pozzo Garibaldi, evidenziano cicli piezometrici pluriennali legati a cicli climatici, con escursione di 8-10 m, e cicli annuali con minimo nei mesi invernali e massimo in agosto-settembre legati al variare delle fonti di alimentazione (precipitazioni, periodo di irrigazione, portata dei corsi d'acqua).

È segnalata la presenza di una falda sospesa in corrispondenza dell'abitato di Palazzolo, sostenuta da un livello argilloso con tetto a 142 m s.l.m. ed alimentata dalle acque dell'Oglio. A S. Pancrazio sono presenti due falde sospese a quota 173 m s.l.m. e 150 m s.l.m., provenienti dal territorio di Capriolo e di Adro (Ecosphera, 2006).

9.4. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

La valutazione del grado di vulnerabilità è stata effettuata utilizzando il sistema DRASTIC, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency).

Questa metodologia è stata dal nostro Studio applicata per la predisposizione della *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee* della pianura bresciana, realizzata in scala 1: 25.000 nell'ambito degli studi geologici per il Piano Territoriale della Provincia di Brescia, consultabile presso l'Assessorato al Coordinamento del Territorio della Provincia di Brescia.

I dati raccolti in occasione del presente studio ad una scala più adeguata hanno consentito di valutare la vulnerabilità delle acque sotterranee con un dettaglio ed una precisione maggiore rispetto all'elaborato del Piano Territoriale, pur utilizzando la medesima metodologia.

I parametri su cui si basa il sistema DRASTIC sono i seguenti:

D = Profondità della falda

R = Ricarica della falda

A = Mezzo acquifero saturo

S = Tipo di suolo

T = Inclinazione della superficie topografica

I = Mezzo non saturo

C = Conducibilità idraulica

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo.

La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio (I) variabile da 1 a 10. La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso (P) attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro.

La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic ID ($ID = \sum I \cdot P$).

I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati da noi suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella tabella seguente.

CLASSI	LIMITI	VULNERABILITA'
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

Tabella 3: Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)

Nel territorio di Palazzolo s/O sono state individuate tre situazioni differenti, due delle quali sono situate sulla piana fluvioglaciale e si distinguono tra loro sostanzialmente per la capacità protettiva dei suoli che in un caso è alta e nell'altro è media. La terza situazione corrisponde alla valle dell'Oglio, dove la protettività dei suoli è mediamente bassa e la soggiacenza della falda presenta valori inferiori rispetto alla piana fluvioglaciale.

L'analisi dei parametri per le tre situazioni è riportata nelle tabelle seguenti.

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	>20 m	2	5	10
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività alta	2	2	4
T	Pendenza	0-2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 m/s *10 ⁻⁴	8	3	24
	TOTALE (ID)				131

Tabella 4: Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti al territorio della piana fluvioglaciale occupato dall'Unità di Telgate e da quella di S. Pancrazio

L'indice Drastic risulta pari a 131 e corrisponde alla classe di vulnerabilità mediamente bassa.

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	>20 m	2	5	10
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività media	5	2	10
T	Pendenza	0-2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 m/s *10 ⁻⁴	8	3	24
	TOTALE (ID)				137

Tabella 5: Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti al territorio della piana fluvioglaciale occupato dal Complesso di Palazzolo

L'indice Drastic risulta pari a 137 e corrisponde alla classe di vulnerabilità mediamente alta.

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	10-20 m	4	5	20
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	2-6 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 m/s *10 ⁻⁴	8	3	24
	TOTALE (ID)				153

Tabella 6: Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti alle aree più rilevate poste nella Valle dell'Oglio

L'indice Drastic risulta pari a 153 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

Sono inoltre considerate ad alta vulnerabilità le aree interessate da attività estrattiva a causa della bassa soggiacenza della falda e dell'assenza dell'azione protettiva esplicata dal suolo.

9.5. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per definire lo stato qualitativo delle acque di falda sono stati analizzati i dati messi a disposizione da Acque Bresciane, rilevati dal marzo 2014 al novembre 2020, riferiti a prelievi effettuati nei pozzi comunali.

Nelle figure riportate di seguito è raffigurato l'andamento della Conducibilità e dei Nitrati nei pozzi comunali; sono stati inseriti nei grafici anche i risultati delle analisi effettuate da gennaio 2007 a gennaio 2010.

Fig. 3 - Andamento Conducibilità nei pozzi di Palazzolo sull'Oglio

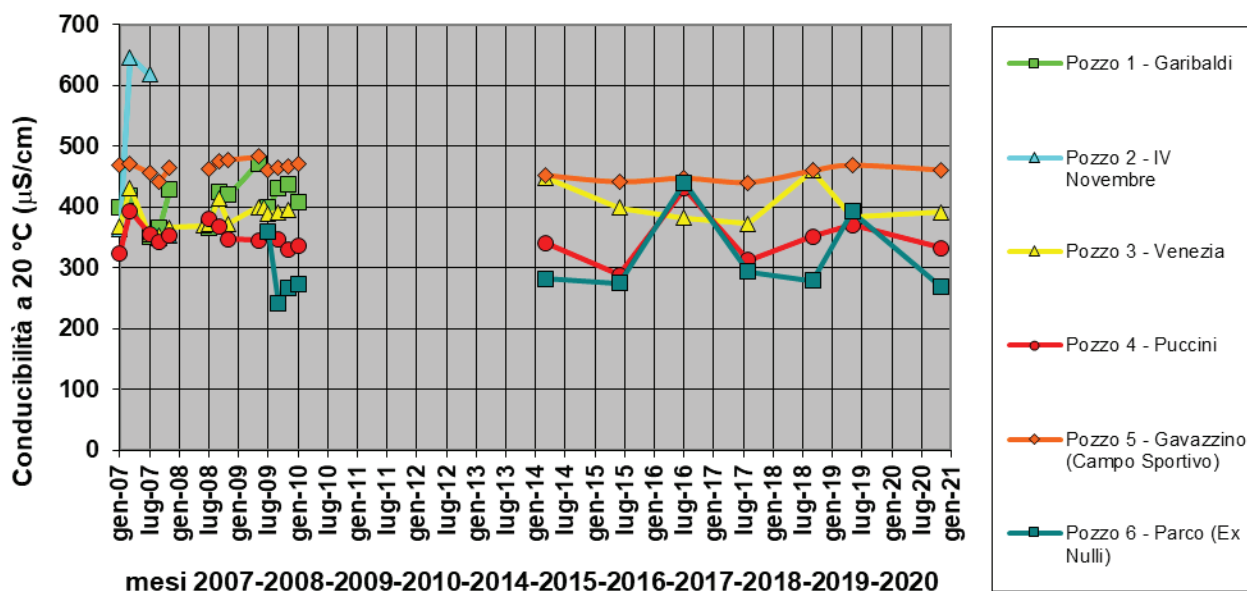
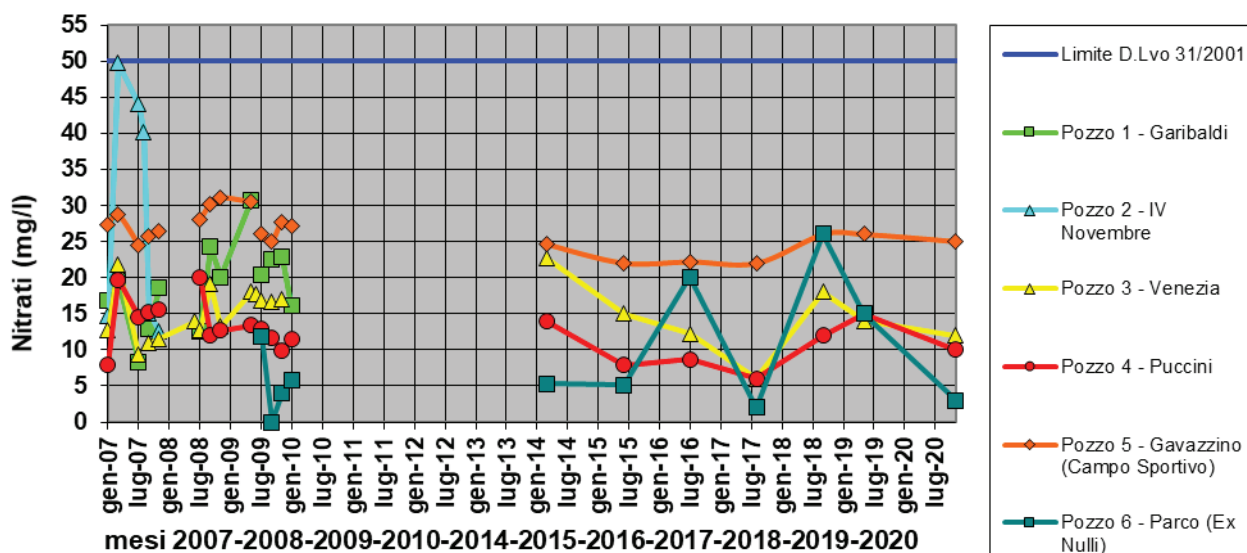


Fig. 4 - Andamento Nitrati nei pozzi di Palazzolo sull'Oglio



In tutti i pozzi si rilevano valori di Nitrati decisamente bassi rispetto al resto dell'alta pianura bresciana, ben lontani dal limite di legge (50 mg/l), grazie all'alimentazione dell'acquifero operata dalle acque dell'Oglio, caratterizzate da valori di Nitrati molto bassi.

Il pozzo Campo sportivo - Gavazzino (n. 5) mostra valori leggermente più elevati sia di Conducibilità che di Nitrati rispetto agli altri pozzi. L'andamento costante dei valori è comunque indice di un chimismo tipico di un acquifero poco influenzato dalle acque di infiltrazione superficiale, caratteristica che si rileva anche per il pozzo Venezia di S. Pancrazio (n.3) e per il pozzo Puccini (n.4).

Il pozzo Parco (n.7) presenta valori piuttosto variabili, presumibilmente a causa dell'alimentazione da parte dell'Oglio, alimentazione che verosimilmente muta in relazione al regime del fiume.

Il Cromo totale ed il Cromo VI sono assenti nelle acque del pozzo Venezia di S. Pancrazio, mentre nelle acque degli altri pozzi sono presenti in modo saltuario e con valori di qualche µg/l, sensibilmente inferiori al limite di legge.

Anche il Tetracloroetilene e il Tricloroetilene sono presenti saltuariamente, anche se in quantità modeste, inferiori ai limiti di legge.

I dati rilevati indicano che le acque prelevate dai pozzi comunali presentano caratteristiche qualitative piuttosto buone.

10. INDIVIDUAZIONE DELLE PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO

Ai sensi del Regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7 (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n.12*), aggiornato con Regolamento regionale n°8 del 19 Aprile 2019, per gli interventi di cui all'Art. 3 ed all'Art. 6 (comma 1, lettere a, b, c) sono richiesti specifici adempimenti e la predisposizione di un progetto di invarianza idraulica e idrologica, redatto conformemente alle disposizioni del regolamento stesso e, in particolare, secondo i contenuti di cui all'Art. 10, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici.

Il Comune di Palazzolo s/O risulta inserito in area ad alta criticità idraulica "A", come definita dall'Art. 7.

A supporto della predisposizione del "*Documento semplificato del rischio idraulico comunale*" è stata predisposta la *Tavola A – Individuazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo*), come richiesto dal Regolamento regionale (art.14, comma 8, lettera a, numero 3bis).

Sono state così individuate:

- le aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera;
- aree con terreni contaminati.
- aree potenzialmente instabili
- aree con riporti di natura antropica

Si sottolinea che la delimitazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e nel primo sottosuolo è basata sui dati ad oggi disponibili e che la tavola potrà in futuro essere aggiornata mano a mano che si disporrà di ulteriori dati idrogeologici, geotecnici, pedologici e ambientali, al fine di meglio definire la distribuzione delle diverse aree.

La tavola non pretende quindi di caratterizzare in modo puntuale il territorio. Essa ha infatti la finalità di inquadrare a livello territoriale le limitazioni di tipo geologico alla dispersione delle acque, in modo da essere di ausilio sia nella definizione delle misure strutturali e non strutturali di

invarianza idraulica e idrologica, sia nella programmazione delle indagini in sito dei singoli progetti di invarianza idraulica e idrologica, sia infine nella pianificazione urbanistica.

10.1. AREE NON ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO

- Scarpata acclive che delimita i principali terrazzi fluviali e fluvioglaciali e aree adiacenti
- Area sottoposta a procedimento ai sensi del Titolo V del D. lgs. 152/06
- Depressione derivante da attività estrattiva esaurita
- Depressione derivante da attività estrattiva esaurita parzialmente colmata
- Area con riporti di materiale: alveo fluviale abbandonato soggetto a riempimenti e urbanizzazioni

10.2. AREE POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO

- Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto
- Area depressa a cattivo drenaggio soggetta a ristagni d'acqua in occasione di precipitazioni intense
- Area caratterizzata da coltri superficiali di natura limoso-argillosa con caratteristiche geotecniche mediocri, localmente di potenza metrica (> 3 m)

11. CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAVV. 4 NORD E 4 SUD) sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente geologico derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore.

VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L.183/89

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.cm. 24 maggio 2001 - Elaborato 8 - Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali

La fascia di deflusso della piena (Fascia A) è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento con tempo di ritorno di 200 anni, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

La fascia di esondazione (Fascia B) è esterna alla precedente ed è costituita dalla porzione di territorio che è interessata da inondazione al verificarsi della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni. Comprende le aree più ribassate appartenenti alla piana di divagazione del F. Oglio, situate esternamente alla Fascia A.

L'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) è costituita dalla porzione di territorio, esterna alle Fasce A e B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella con tempo di ritorno pari a 200 anni; in particolare per la fascia C l'Autorità di Bacino ha assunto come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con tempo di ritorno di 500 anni.

Il PAI 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. Secondo l'art. 28 della Norme di attuazione del PAI quando ..." dette opere idrauliche saranno realizzate i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera eseguita e la Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del Piano per il tracciato di cui si tratta".

Allegato 4.1 dell'Elaborato 2 del PAI – Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (Quadro del dissesto)

Zona B-Pr: si tratta di aree individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po in corrispondenza della Fascia B di progetto in quanto potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.

Zona I: si tratta di aree individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po in quanto potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato corrispondono attualmente ad aree a pericolosità idraulica nelle mappe del PGRA. In particolare coincidono con le aree "P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti" dell'ambito territoriale Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

AMBITO TERRITORIALE RETICOLO PRINCIPALE (RP)

- Area P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti
- Area P2/M - Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti
- Area P1/L - Area potenzialmente interessata da alluvioni rare

AMBITO TERRITORIALE RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA (RSP)

- Area P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti
- Area P2/M - Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Zona di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile: l'area è stata individuata secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94).

Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile: l'area è stata individuata secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94). Per tutti i pozzi la zona di rispetto è stata definita mediante il criterio temporale previsto dalle *Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art.9, punto 1, lett. f del d.P.R. 24 maggio 1988, n. 236)* - D.G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137.

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Fascia di rispetto dei corsi d'acqua di competenza regionale (F. Oglio, T. Miola, T. Rillo).

Ambito di competenza del Consorzio di Bonifica "Sinistra Oglio"

Ambito di competenza del Consorzio di Bonifica "Media Pianura Bergamasca"

VINCOLI DI CARATTERE URBANISTICO

Fascia di tutela delle aste idriche di rilevante importanza idraulica, paesistica o ambientale

Le fasce sopra citate hanno significati diversi:

Le fasce di polizia idraulica (Reticolo Idrico Principale) o di tutela (Canali privati aventi specifica rilevanza idraulica, paesistica od ambientale) definiscono esplicitamente attività vietate ed attività consentite previa autorizzazione, con una triplice funzione:

- 1) evitare che nuovi edifici vengano realizzati a ridosso dei corsi d'acqua, laddove, in occasione di eventi di piena di carattere eccezionale, i fenomeni erosivi e gli episodi di esondazione sono più probabili;
- 2) consentire l'accesso ai corsi d'acqua per i necessari interventi di pulizia e di manutenzione;
- 3) lasciare lungo il reticolo idrico e le altre aste idriche assoggettate a tutela uno spazio con significato ambientale - paesistico, in accordo con l'obiettivo del P.A.I. di assicurare il progressivo miglioramento non solo delle condizioni di sicurezza, ma anche della qualità ambientale e paesistica del territorio.

Le fasce individuate sui corsi d'acqua in capo a Consorzi di Bonifica hanno una finalità diversa rispetto a quelle di rispetto o di tutela: esse non istituiscono una "tutela", ma attribuiscono ai relativi

Consorti una “competenza autorizzativa” e demandano alle specifiche normative (in primis R.R. 08.02.2010 n. 3) la definizione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione.

Lo *Studio per la determinazione del reticolo idrico minore* contiene le *Norme generali di tutela dei corsi d'acqua e il regolamento dell'attività di polizia idraulica sul territorio comunale* che comprendono le norme di tutela dei corsi d'acqua, quelle per le fasce di rispetto, per le fasce di tutela e gli indirizzi per i corsi d'acqua di competenza dei Consorzi di Bonifica e le relative fasce.

Sulla Carta dei Vincoli sono infine riportati il limite dell'Ambito Territoriale Estrattivo ATEg06 e del Parco dell'Oglio Nord.

12. CARTA DI SINTESI

Sulla CARTA DI SINTESI (TAVV. 5 NORD E 5 SUD) sono rappresentati gli elementi di fragilità individuati sul territorio. Sono cartografate quindi tutte quelle situazioni areali o puntuali che sono caratterizzate da fragilità riferita alle diverse componenti ambientali (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee) e che di conseguenza possono comportare delle limitazioni nell'uso del territorio, limitazioni delle quali è necessario tener conto nella stesura del Piano di Governo del Territorio. Di seguito vengono descritti ed analizzati tali ambiti.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

Scarpata acclive che delimita i principali terrazzi fluviali e fluvioglaciali e aree adiacenti: l'area cartografata comprende, oltre alla scarpata, una fascia a monte del ciglio superiore di ampiezza pari a 10 m (misurata dal ciglio superiore) ed una fascia a valle della scarpata di ampiezza pari a 10 m. Lungo la scarpata potrebbero verificarsi fenomeni di instabilità, in particolare nei tratti più acclivi. Si sottolinea inoltre la rilevanza paesistica di tali scarpate.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto: sono state così cartografate le aree appartenenti alla Valle dell'Oglio e le aree interessate da attività estrattiva.

Area sottoposta a procedimento ai sensi del Titolo V del Dlgs 152/2006: si tratta di aree appartenenti all'ex Cementeria Italcementi ed alla ex Marzoli, interessate da procedimenti ai sensi del Titolo V del D.Lgs. 152/2006.

Cava abbandonata: si tratta di aree interessate in passato da attività estrattiva

Cava abbandonata colmata con materiali di origine incerta: sono state così cartografate alcune aree interessate da riempimenti con materiale non documentato.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

Aree storicamente soggette ad esondazione da parte del Fiume Oglio: sono così definite le aree che in passato sono state allagate da parte delle acque di piena dell'Oglio, esterne al centro edificato di Palazzolo.

Area a pericolosità idraulica molto elevata H4 (v. Studio idraulico di dettaglio)

Area a pericolosità idraulica elevata H3 (v. Studio idraulico di dettaglio)

Area a pericolosità idraulica media H2 (v. Studio idraulico di dettaglio)

Relativamente al centro edificato di Palazzolo interessato in passato da esondazioni del F. Oglio è stata effettuata un aggiornamento della valutazione delle condizioni di rischio idraulico (allegato alla presente relazione) che ha definito le aree a pericolosità molto elevata (H4), elevata (H3) e media (H2).

Area esondabile da parte del Rio Miola: si tratta di aree che in passato, in occasione di precipitazioni particolarmente intense, sono state allagate dal Rio Miola. Sulla base dei risultati dello *Studio comunale semplificato di gestione del rischio idraulico* (Ing. A. Di Pasquale, 2021), si propone l'ampliamento dell'area allagabile già contenuta nel PGT vigente e nel PGRA, al fine di includere quelle aree che, in caso di malfunzionamento della sezione d'alveo, vengono prioritariamente allagate.

Area depressa, corrispondente a paleoalveo, a cattivo drenaggio soggetta a ristagni d'acqua in occasione di precipitazioni intense: sono state delimitate le aree depresse, appartenenti a paleoalvei, caratterizzate da cattivo drenaggio e, di conseguenza, soggette a ristagni d'acqua in occasione di precipitazioni particolarmente intense.

AREE CHE PRESENTANO CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIOCRI

Area caratterizzata da coltri superficiali di natura limoso-argillosa con caratteristiche geotecniche mediocri, localmente di potenza metrica (> 3 m): si tratta dei due piccoli lembi di territorio più antichi, caratterizzati da una copertura superficiale, localmente potente fino a qualche metro, di materiali limoso-argillosi con caratteristiche geotecniche mediocri.

Area con riporti di materiale: alveo fluviale abbandonato e soggetto a riempimenti e urbanizzazioni: l'alveo dell'Oglio in corrispondenza del centro storico di Palazzolo è stato sensibilmente modificato e rettificato con riempimenti e urbanizzazioni.

AREE DI INTERESSE GEOMORFOLOGICO-PAESAGGISTICO

Si è scelto di individuare come "aree di interesse geomorfologico-paesaggistico" tre porzioni di territorio situate sul livello fondamentale della pianura, all'esterno della valle fluviale. Non è stata invece cartografata tutta la valle fluviale per non appesantire la lettura della Carta di sintesi e della Carta di fattibilità, considerando che nella valle fluviale, oltre ad essere presenti numerosi vincoli legati al PAI e al reticolo idrico, si riconoscono aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, idraulico e della stabilità dei versanti. Si ribadisce comunque l'interesse geomorfologico e paesaggistico anche di tutta la valle fluviale.

Area appartenente alla piana fluvioglaciale, caratterizzata dalla presenza di forme fluviali ben conservate: sono state così cartografate tre aree che, pur trovandosi sul livello fondamentale della pianura, presentano elementi geomorfologici di notevole interesse, rappresentati da paleoalvei dell'Oglio e da una serie di ondulazioni definite da scarpate prodotte dalla divagazione del fiume in queste porzioni di territorio alla fine del Pleistocene, prima di incidere la valle fluviale nella quale scorre attualmente.

La prima area è situata a nord di località Sgraffigna e si sviluppa sul terrazzo inferiore di Palazzolo (v. Tav 1 nord). Essa è compresa tra la valle dell'Oglio, verso ovest, e la scarpata boscata che delimita il terrazzo inferiore di Palazzolo. Alla base di questa scarpata è presente un'area depressa ed allungata che corrisponde ad un paleoalveo dell'Oglio, ben visibile dalla pista ciclabile che corre lungo via Sondrio, soprattutto nel tratto compreso tra via Molinara e C.na Maria, dove la pista ciclabile lo attraversa. L'area compresa tra il paleoalveo e la valle dell'Oglio è caratterizzata dalla presenza di un dosso allungato in direzione N-S e da una serie di scarpate erosive.

Anche la seconda area di interesse geomorfologico e paesistico è situata sul terrazzo inferiore di Palazzolo (v. Tav 1 nord), ma in sponda destra del F. Oglio. È delimitata verso sud dalla valle dell'Oglio e verso nord dalla scarpata in buona parte boscata lungo la quale si sviluppa via Gavazzolo, scarpata che segna il confine tra il terrazzo inferiore di Palazzolo (a sud) e quello superiore (a nord). L'area è attraversata da un paleoalveo, ben visibile da via Palosco che

all'uscita dall'abitato di Palazzolo corre proprio lungo la scarpata settentrionale del paleoalveo, poi lo attraversa e si sviluppa lungo la scarpata meridionale.

La terza area è situata a sud dell'abitato di Palazzolo, al confine con Pontoglio, ed è caratterizzata dalla presenza oltre che di un paleoalveo e di diverse scarpate morfologiche, anche di due dossi allungati in direzione nord-sud che corrispondono a due lembi di pianura più antica, leggermente rialzati rispetto al livello della pianura circostante, isolati dall'erosione. Via Gazzolo scorre proprio per buona parte sul ciglio della scarpata che delimita il paleoalveo verso ovest e uno dei due dossi verso est.

Queste aree, oltre a contenere segni geomorfologici di grande interesse, svolgono una significativa funzione ambientale in quanto racchiudono, sia lungo le scarpate principali che delimitano i terrazzi che lungo le sponde di rogge, seriole e vasi minori, lembi di vegetazione arborea e arbustiva che costituiscono un importante ambito di rifugio per la fauna e la flora spontanee.

13. CARTA PAI-PGRA

Questo elaborato risulta di nuova redazione e sostituisce la precedente Carta PAI ai sensi della D.G.R. X/6738/2017.

In esso vengono recepite le nuove delimitazioni delle aree a pericolosità idraulica tratte dalle mappe del PGRA.

Per quanto riguarda l'ambito del reticolo Secondario di Pianura (RSP), sulla base dei risultati dello *Studio comunale semplificato di gestione del rischio idraulico* (Ing. A. Di Pasquale, 2021), si propone l'ampliamento dell'area allagabile P2/M distribuita lungo il Rio Miola già contenuta nel PGRA al fine di includere quelle aree che, in caso di malfunzionamento della sezione d'alveo, vengono prioritariamente allagate.

Brescia, ottobre 2021

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli