

REGIONE LOMBARDIA



PROVINCIA DI BERGAMO



COMUNE DI CALCIO



# PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DOCUMENTO DI PIANO

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

D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011  
D.G.R. X/6738 del 19.06.2017  
D.G.R. n. XI/6714 del 26/04/2022  
(in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005)

Oggetto:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Data: ottobre 2022

Redatto	Verificato	Descrizione	Data	Rev.
Quassoli	Ziliani	Emissione	10/2022	00

Relazione\_Illustrativa.docx

### 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  
info@studiogeologiambiente.it  
www.studiogeologiambiente.com

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SINTESI BIBLIOGRAFICA.....	6
3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE .....	7
3.1	Inquadramento geografico .....	7
3.2	Descrizione della Carta Geologica.....	7
3.3	Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	9
4	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE .....	11
5	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	14
5.1	Introduzione .....	14
5.2	Zona sismica di appartenenza .....	14
5.3	Carta della pericolosità sismica locale (Tav. 3).....	15
5.4	Applicazione del 2° livello .....	17
5.4.1	Effetti litologici.....	17
6	AGGIORNAMENTO DEL DOCUMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL RETICOLO IDRICO MINORE .....	20
7	PIANIFICAZIONE DI BACINO: PAI E PGRA.....	22
7.1	Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI).....	22
7.2	Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) .....	23
7.3	Mappe di pericolosità .....	23

7.4	Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) .....	24
7.5	Mappe del rischio.....	25
8	IDROGEOLOGIA .....	27
8.1	Descrizione della struttura idrogeologica .....	27
8.2	Pozzi pubblici e privati .....	28
8.3	Piezometria .....	29
8.4	Fontanili .....	31
8.5	Vulnerabilità delle acque sotterranee all'inquinamento.....	34
9	CARTA DEI VINCOLI.....	37
10	CARTA DI SINTESI .....	39
11	CARTA PAI-PGRA.....	41

## 1 PREMESSA

Il Comune di Calcio è dotato di studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., redatto nel Settembre 2009 secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 29.03.2010 ed entrato in vigore in data 28.03.2011, a seguito della pubblicazione sul BURL.

Nell'ambito della redazione del nuovo Piano di Governo del Territorio, su incarico del Comune di Calcio (Determinazione n. 959/200 del 18.12.2020) 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, della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 e della D.G.R. 26 aprile 2022 n. XI/6314.

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), nonché la relativa normativa ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738;
- 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 l'aggiornamento dello "Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore";
- recepire i risultati dello "Studio comunale semplificato di gestione del rischio idraulico".
- Recepire i risultati dello "Studio idraulico di approfondimento locale per la valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità nelle aree classificate R4 a rischio molto elevato del PGRA";
- 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).

**Per quanto riguarda lo *Studio idraulico di approfondimento locale per la valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità nelle aree classificate R4 a rischio molto elevato del PGRA*, poiché tale studio è attualmente (ottobre 2022) in corso, non è stato possibile**

**recepire i risultati all'interno del presente lavoro (cap. 7, par. 7.5). Non appena saranno pronti i risultati dello studio idraulico ed in particolare la Carta di pericolosità, sarà possibile aggiornare la Carta di fattibilità e le Norme Geologiche di Piano.**

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 CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA – scala 1:5.000;

TAV. 2: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:5.000;

TAV. 3: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:5.000;

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

TAV. 5: CARTA DI SINTESI – scala 1:5.000.

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

Ai sensi della D.G.R. n. X/6738/2017 è stata redatta la CARTA PAI-PGRA (Tav. 7).

Sono state inoltre aggiornate le **NORME GEOLOGICHE DI PIANO**.

**Si ribadisce che la TAV. 6 Carta della fattibilità per le azioni di Piano e le Norme Geologiche di Piano sono attualmente in forma di bozza e dovranno essere modificate sulla base dei risultati dello *studio idraulico di approfondimento locale per la valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità nelle aree classificate R4 a rischio molto elevato del PGRA* attualmente in corso.**

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.

### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. - *Carta geologica d'Italia, Foglio 46 Treviglio.*
- AA.VV. - *Carta geologica della Provincia di Bergamo* Scala 1:50000.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy*. Prog. Fin. Geodin. Sottop. Neotettonica. Carte scala 1:500.000.
- BARONI C., VERCESI P.L. (1987) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- BOSCHI E., FAVALI P., SCALERA G., SMIRIGLIO G. (1995) - *Massima intensità macrosismica risentita in Italia*. Carta scala 1:500.000, I.N.G.
- 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.
- FASSINI S. (2003) - *Studio geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G.*
- REGIONE LOMBARDIA, ENI DIVISIONE AGIP (2002)- *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia a cura di C. Carcano e A. Piccin*. S.EL.CA. (Firenze.)

### **3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE**

#### **3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il comune di Calcio appartiene alla pianura bergamasca orientale ed occupa una superficie di 15,8 km<sup>2</sup>. Presenta un massimo altimetrico di circa 135 m a nord, tra Cascina Nuova e Cascina Motello, ed un minimo di circa 101 m a sud-est, sulle rive dell'Oglio.

Dal punto di vista morfologico si riconoscono due settori sensibilmente diversi: il settore occidentale pianeggiante (livello fondamentale della pianura) e quello orientale, rappresentato dalla Valle dell'Oglio, ribassato rispetto al precedente e caratterizzato dalla presenza di diverse forme di erosione e di deposito modellate dal fiume.

L'idrografia è caratterizzata dal Fiume Oglio e da un sistema di canali che derivano in sponda destra le acque del Fiume Oglio allo scopo di irrigare i terreni asciutti della pianura orientale bergamasca. Il sistema irriguo è inoltre alimentato da alcuni fontanili che emergono sia nella Valle dell'Oglio, sia sul livello fondamentale della pianura.

#### **3.2 DESCRIZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA**

Dal punto di vista geologico la parte più antica del territorio di Calcio è formata dal settore pianeggiante occidentale che fa parte della vasta piana di alluvionamento fluvio-glaciale formatasi tra il Pleistocene medio e il Pleistocene superiore e che costituisce il "livello fondamentale della pianura".

Successivamente, durante il Pleistocene superiore-Olocene, il Fiume Oglio ha inciso i depositi fluvio-glaciali formando una valle fluviale all'interno della quale ha depositato abbondanti sedimenti alluvionali (postglaciali). 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, procedendo dal livello fondamentale della pianura verso l'Oglio, si riconoscono diversi ordini di terrazzi che 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 di circa 10-15 m.



Le caratteristiche geologiche del territorio di Calcio sono rappresentate sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1) realizzata in scala 1:5.000.

Le unità sono state cartografate in base alle caratteristiche litologiche, pedologiche e geomorfologiche del territorio ed in particolare si è fatto riferimento alla *Carta Geologica della Provincia di Bergamo* (luglio 2000) a cura di Provincia di Bergamo, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Università degli Studi di Milano Bicocca e Università degli Studi di Milano.

Quando il limite tra due unità è costituito da una scarpata, esso è da intendersi alla base della scarpata stessa.

Di seguito si riassumono i principali caratteri geologici.

### **Complesso dell'Oglio**

Il Complesso dell'Oglio riunisce diverse unità legate al bacino dell'Oglio nella sua accezione più ampia; esse sono caratterizzate da profili di alterazione poco sviluppati, che non interessano l'intero spessore del deposito, e da morfologie piuttosto ben conservate. Nel territorio di Calcio affiora l'Unità di Palosco.

#### *Unità di Palosco (Pleistocene medio e superiore)*

Tale unità costituisce quello che in letteratura viene denominato il "Livello Fondamentale della Pianura".

Nel territorio di Calcio essa è costituita da depositi fluvioglaciali (fg), rappresentati da ghiaie con matrice sabbiosa calcarea, da medio grossolane a molto grossolane, subarrotondate, arrotondate e discoidali. Sono spesso presenti massi di dimensioni anche di 1 m. Talora contengono lenti sabbiose. Localmente alla sommità è presente una copertura di limi argillosi (depositi di esondazione). La cementazione è scarsa, spesso localizzata secondo sottili livelli costituiti da concrezioni calcaree.

### **Unità Postglaciale (Pleistocene superiore-Olocene)**

Nel territorio di Calcio essa è costituita dai depositi alluvionali del Fiume Oglio ed è rappresentata da: ghiaie da fini a grossolane con matrice sabbiosa, a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati; argille.

In letteratura i depositi corrispondenti all'Unità Postglaciale sono stati generalmente cartografati come "Alluvioni attuali, recenti, antiche e tardive".

I sedimenti fluviali del Fiume Oglio risultano sempre incastrati all'interno delle incisioni fluviali scavate dai torrenti glaciali durante l'ultima espansione glaciale. Orli di terrazzo molto netti, con dislivelli spesso superiori ai 10 m, li separano dalle alluvioni fluvioglaciali. Essi risultano a loro volta organizzati in una articolata serie di terrazzi a differente quota, la cui distinzione è stata eseguita su base pedologica e morfologica.

La litologia di superficie è in genere molto variabile, con alternanze di zone ghiaiose e zone con ghiaia molto scarsa o assente. I terrazzi superiori presentano litologia di superficie quasi esclusivamente a ghiaie, i cui diametri risultano mediamente inferiori rispetto a quelli delle ghiaie del Pleistocene superiore.

I depositi dell'Unità Postglaciale hanno iniziato a depositarsi non appena i ghiacciai hanno iniziato a ritirarsi e sono tuttora in corso di sedimentazione. L'età è quindi Pleistocene superiore - Olocene.

All'interno di questa unità sono stati distinti 3 ordini di terrazzi sulla base delle caratteristiche pedologiche:

- **pg1** - depositi alluvionali con superficie limite superiore caratterizzata da Inceptisuoli rubefatti o da Alfisuoli poco espressi. Morfologie ancora in evoluzione.
- **pg2** - depositi alluvionali con superficie limite superiore caratterizzata da Inceptisuoli.
- **pg3** - depositi alluvionali con superficie limite superiore caratterizzata da Entisuoli.

### **3.3 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 dalle Norme tecniche per le costruzioni vigenti) 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 Calcio 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.

#### 4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Gli elementi geomorfologici sono rappresentati sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1).

I due settori distinti in base alle caratteristiche geologiche differiscono anche dal punto di vista geomorfologico. Si riconoscono infatti due settori sensibilmente diversi: il settore occidentale pianeggiante e quello orientale, rappresentato dalla Valle dell'Oglio, ribassato rispetto al precedente e caratterizzato dalla presenza di diverse forme di erosione e di deposito lasciate dal fiume.

Il settore pianeggiante occidentale fa parte della vasta piana di alluvionamento fluvioglaciale (livello fondamentale della pianura) prodotta alla fine del Pleistocene dagli scaricatori fluvioglaciali dell'apparato morenico sebino.

Costituisce la parte più antica del territorio di Calcio ed è sostanzialmente piatto, anche se sono riconoscibili alcune ondulazioni prodotte dalle acque degli scaricatori fluvioglaciali. Si tratta ovviamente di forme non più attive, riferibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali. Le ondulazioni sono costituite dall'alternarsi di paleoalvei e di dossi, più o meno evidenti, disposti grosso modo in senso N-S.

Alla fine del Pleistocene/inizio dell'Olocene il Fiume Oglio ha incominciato ad incidere i depositi fluvioglaciali formando una valle fluviale all'interno della quale ha successivamente 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, procedendo dal livello fondamentale della pianura verso l'Oglio, si riconoscono diversi ordini di terrazzi che degradano verso il fiume, separati da scarpate d'erosione, via via più recenti man mano che si scende a quote più basse, prossime all'alveo del fiume.

L'Oglio ha mutato spesso il suo corso all'interno della valle, in occasione delle piene di maggiori dimensioni, come si può dedurre dalla morfologia, spesso ben conservata, che consente di leggere i vecchi percorsi e le diverse linee di accrescimento fluviale. La Valle dell'Oglio è infatti caratterizzata dalla presenza di forme di erosione e di deposito lasciate dal fiume che sono ancora ben leggibili nella morfologia e che di conseguenza caratterizzano il paesaggio. Tali forme sono di seguito descritte.

### *Orlo di scarpata di erosione fluviale*

Le scarpate costituiscono alcuni dei segni maggiormente visibili nella valle dell'Oglio. Sono connesse all'azione erosiva del fiume sulle alluvioni precedentemente stabilizzate. Quando assumono un certo spessore trasversale risultano prevalentemente boscate. L'andamento che in alcuni tratti rimane curvilineo ha catturato la forma degli antichi meandri del fiume che le hanno scavate.

### *Struttura del microrilievo*

Sono state evidenziate con apposito simbolo le aree che risultano debolmente rilevate rispetto al paesaggio circostante e le aree leggermente depresse.

Nonostante sia stata utilizzata la stessa simbologia sia sul livello fondamentale della pianura che nella valle dell'Oglio, tali forme hanno evidenza e significato piuttosto diversi. Sul livello fondamentale della pianura esse sono dovute al particolare carattere dei corsi d'acqua che hanno depositato, rielaborato ed eroso i materiali di superficie presenti in questo tratto di pianura, modellandone le forme. La pianura fluvioglaciale era infatti occupata da corsi d'acqua di tipo "braided" ossia a canali intrecciati o anastomizzati entro i quali, terminata la fase di attività principale del canale, poteva depositarsi un cappello sabbioso-limoso; i canali erano separati fra loro da barre ghiaioso-sabbiose più o meno allungate nella direzione dei canali stessi e debolmente rilevate rispetto a questi.

### *Paleoalvei*

Nella valle dell'Oglio le aree debolmente depresse hanno forma tipicamente nastriforme e corrispondono a paleoalvei dell'Oglio. L'identificazione dei paleoalvei è importante non solo ai fini paesistici, ma anche perché, trattandosi di aree depresse, costituiscono vie preferenziali per lo scorrimento delle acque in occasione di eventi di piena.

Gli ultimi episodi alluvionali dell'Oglio ed in particolare quello dell'autunno del 1993 hanno infatti evidenziato che il fiume in piena tende a percorrere alcuni di questi paleoalvei.

### *Aree periodicamente allagate*

La delimitazione di queste aree si è basata sia sui dati relativi ai più recenti alluvionali, in particolare a quello del 1993, sia sul riconoscimento morfologico di quelle aree debolmente depresse che presentano microforme fluviali ancora leggibili nella topografia e che, in occasione di

eventi di piena, possono costituire percorsi preferenziali delle acque. Le aree così individuate sono ricomprese nelle fasce A e B del PAI e nelle aree allagabili del PGRA.

#### *Elementi di origine antropica*

Sulla Tavola 1 sono inoltre rappresentati alcuni elementi di origine antropica, in particolare il laghetto di cava attualmente utilizzato a fini ricreativi (pesca sportiva) in prossimità di C.na Marianna Grandi.

Dal punto di vista geomorfologico gli elementi che strutturano il paesaggio sono costituiti in primo luogo dall'alveo fluviale e dalla scarpata principale della Valle dell'Oglio, dai fontanili e dalla rete idrografica, il cui percorso è spesso segnato da vegetazione arborea e arbustiva. Inoltre caratterizzano la morfologia del paesaggio le forme fluviali che sono rappresentate, oltre che da scarpate più o meno evidenti, da barre e dossi erosivi (costituenti le porzioni rilevate), alternati a paleovalvei dell'Oglio (corrispondenti ad aree ribassate ed allungate), solitamente posizionati alla base delle scarpate erosive.

Talora le originali forme e differenze altimetriche sono state cancellate da interventi di livellamento e ricomposizione fondiaria. Tuttavia la Valle dell'Oglio costituisce un paesaggio geomorfologico unitario di grande interesse.

Anche dal punto di vista vegetazionale gli elementi di maggiore pregio sono concentrati nella Valle dell'Oglio ed includono i boschi ripari, le aree boscate presenti lungo la scarpata principale della valle, la vegetazione arboreo-arbustiva disposta lungo le rogge e i vasi minori, le zone umide, la vegetazione acquatica dei fontanili.

## **5 PERICOLOSITÀ SISMICA**

### **5.1 Introduzione**

La sismicità del territorio è legata alla presenza di attività neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettonogenetici 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) il territorio di Calcio appartiene ad un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene ed 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 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.

### **5.2 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 Calcio ricade in Zona Sismica 2.

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 Roccafranca in zona sismica 3.

Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008 aggiornato con D.M. 17/01/2018) 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, aggiornate nel 2018, 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, modifica la classificazione del Comune di Calcio da Zona 2 a Zona 3 con un valore di riferimento di  $a_{gmax}$  pari a 0.133534.

### **5.3 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*

<b>Sigla</b>	<b>Scenari di pericolosità sismica locale</b>	<b>Effetti</b>
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. 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 (Fa).

## 5.4 Applicazione del 2° livello

### 5.4.1 Effetti litologici

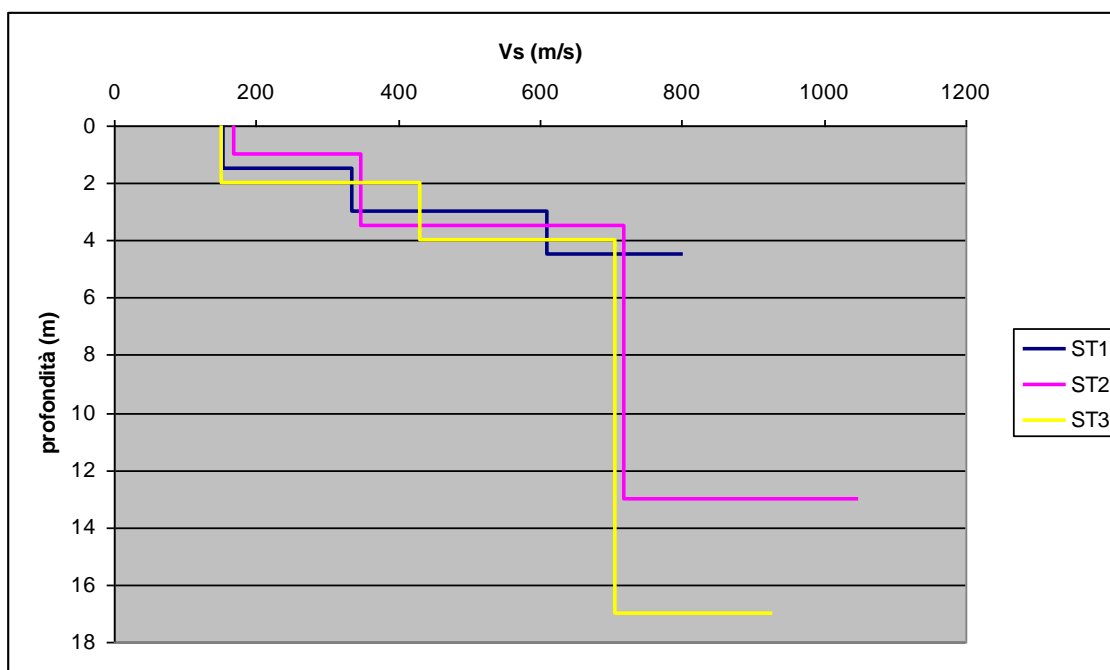
Per l'applicazione del 2° livello di approfondimento è necessario conoscere, oltre alla stratigrafia del sito, l'andamento della velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s ed in particolare lo spessore e la velocità  $V_s$  di ciascuno strato.

Sulla base di indagini geofisiche di sismica a rifrazione eseguite in territori limitrofi aventi caratteristiche litologiche confrontabili con quelle del territorio di Calcio, è stata condotta una valutazione dell'amplificazione sismica di carattere litologico.

In particolare sono risultati utili i dati reperiti in comune di Chiari, caratterizzato dalla presenza di depositi fluvioglaciali e fluviali ghiaiosi assimilabili a quelli presenti nel territorio di Calcio.

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

Di seguito si riporta un grafico che illustra l'andamento delle  $V_s$  con la profondità per le indagini realizzate in comune di Chiari.



Nel corso degli ultimi anni sono state condotte altre analisi geofisiche sul territorio in relazione ad interventi edilizi e che sono state messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico.

In particolare sono stati analizzati dati relativi a tre interventi che ricadono in corrispondenza delle tre principali unità litologiche presenti sul territorio: i depositi fluvioglaciali del Livello Fondamentale della Pianura (studi per il nuovo polo logistico) e i due terrazzi più elevati dei depositi fluviali postglaciali (studi per nuovi impianti presso il Centro Sportivo Comunale e indagini per l'ampliamento di un capannone in Via Moro).

Il modello geofisico indica la presenza di litotipi ad alta porosità, corrispondenti a depositi fluvioglaciali e fluviali grossolani grossolani e compatti fino ad una profondità variabile tra 5 e 30 m. Inferiormente sono presenti materiali molto compatti che possono costituire 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 Calcio 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) variabili e non sempre concordi.

In particolare per quanto riguarda le indagini riferite ai depositi fluviali si ottengono valori di  $F_a$  inferiori rispetto ai valori di soglia forniti da Regione Lombardia per la categoria B per il territorio di Calcio.

Per quanto riguarda le 10 indagini MASW condotte per il polo logistico tra Via Covo e la S.P. n. 98 i risultati presentano invece alcune difformità nei valori di  $F_a$  con alcuni superiori rispetto ai valori di soglia per la categoria B.

La tabella riportata di seguito riassume i risultati dell'applicazione del secondo livello di approfondimento ai sensi dell'Allegato 5 della D.G.R. n. IX/2616/2011.

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

Tuttavia la variabilità granulometrica locale consiglia di osservare criteri cautelativi nella progettazione delle opere e nel dimensionamento delle strutture.

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

## **6 AGGIORNAMENTO DEL DOCUMENTO DI POLIZIA IDRAULICA DEL RETICOLO IDRICO MINORE**

Il 30.09.2022 l'Amministrazione Comunale di Calcio ha adottato l'Aggiornamento del Documento di Polizia Idraulica del Reticolo Idrico Minore con D.C.C. n. 30.

L'aggiornamento dello Studio del Reticolo Idrografico Minore, redatto nell'anno 2009, si è reso necessario per una serie di motivazioni:

1. L'esecuzione di importanti opere viabilistiche sul territorio comunale (l'autostrada A35 BreBeMi e le relative opere sulla viabilità di raccordo a corredo e la linea AV-AC) che hanno comportato una significativa riorganizzazione della rete irrigua interferita;
2. Il recepimento delle modifiche normative succedutesi dal 2004 in poi concernenti ad esempio la disciplina delle attività permesse sui fabbricati esistenti in fascia di rispetto (L.R. 4/2016) o l'ampiezza della fascia di rispetto medesima che viene ripristinata su tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore a 10 metri per lato.
3. La modifica dell'attribuzione del Naviglio Civico di Cremona, nello Studio originario individuato nel novero delle aste idriche di competenza del Consorzio di Bonifica "Naviglio Vacchelli" (oggi Consorzio di Bonifica "Dugali Naviglio Adda Serio"). Tale attribuzione era originata dall'incertezza normativa succedutasi alla Sentenza del Tribunale Superiore 91/2004 (che stralciava dalle competenze dei Consorzi di Bonifica e dei Comuni solo i canali in concessione dei ricorrenti ma non si pronunciava sui canali in concessione in capo ad Enti che non avevano fatto ricorso) e dal fatto che il Naviglio Civico di Cremona e il Consorzio di Bonifica "Dugali Naviglio Adda Serio" condividono alcune cariche sociali. L'evoluzione normativa succedutasi negli anni successivi alla redazione del documento di polizia idraulica vigente, con particolare riferimento alla D.G.R. 22/12/2011 n. IX/2762 e alle successive Delibere, ha provveduto a chiarire i termini della questione, modificando la procedura di individuazione del reticolo idrico minore da parte dei Comuni precedentemente codificata e contestata in sede giudiziaria dai ricorrenti ed individuando la fattispecie dei "canali privati", assente nel disposto normativo originario.

La rete idrografica aggiornata è riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV.2).

Le fasce di rispetto sono riportate sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4), distinguendo: il reticolo idrico principale di competenza regionale, il reticolo idrico minore di competenza comunale ed i

canali privati per l'esercizio di concessione di acqua pubblica ritenuti di rilevante importanza idraulica, paesistica e ambientale.

Le attività ammesse e quelle vietate lungo i corsi d'acqua e nelle fasce di rispetto sono normate dal REGOLAMENTO DELL'ATTIVITÀ DI POLIZIA IDRAULICA che è stato anch'esso aggiornato.

Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua hanno 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 e ai canali 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.

Per la descrizione del reticolo idrografico si rimanda alla RELAZIONE DESCRITTIVA del Documento di Polizia idraulica aggiornato.

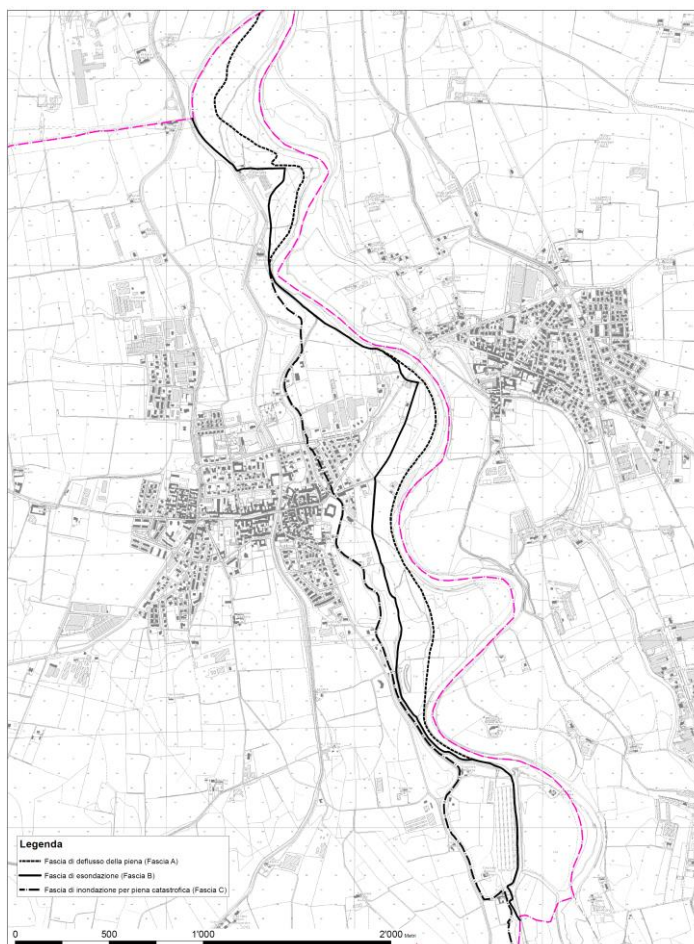
## 7 PIANIFICAZIONE DI BACINO: PAI E PGRA

### 7.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con DPCM 34 maggio 2001. Riguardo alla pericolosità e al rischio di alluvioni contiene:

- nell'Elaborato 8 la delimitazione delle Fasce Fluviali;
- nell'Elaborato 2 -Allegato 4 la delimitazione delle aree in dissesto;
- nell'Elaborato 7 le Norme di Attuazione

In comune di Calcio le fasce fluviali sono delimitate come rappresentato nella seguente Figura 7.1- PAI - Delimitazione delle Fasce Fluviali del F. Oglio, oltre che sulla Carta dei vincoli (Tavola 4) e sulla Carta PAI-PGRA (Tavola 7).



**Figura 7.1 – PAI - Delimitazione delle Fasce Fluviali del F. Oglio in comune di Calcio**

## **7.2 IL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)**

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 e D.G.R. 26 aprile 2022 n. XI/6314 la Regione Lombardia ha emanato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza.

## **7.3 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 Calcio le Mappe di Pericolosità del PGRA individuano aree allagabili riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP).**

Le delimitazioni delle aree a pericolosità idraulica del PGRA sono rappresentate sulla Tavola 7 – Carta PAI-PGRA.

#### **7.4 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 con le fasce fluviali (Fascia A, Fascia B e Fascia C) del PAI, già riportate nella Componente geologica del PGT vigente, in quanto gli approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili del PGRA 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.

## 7.5 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.

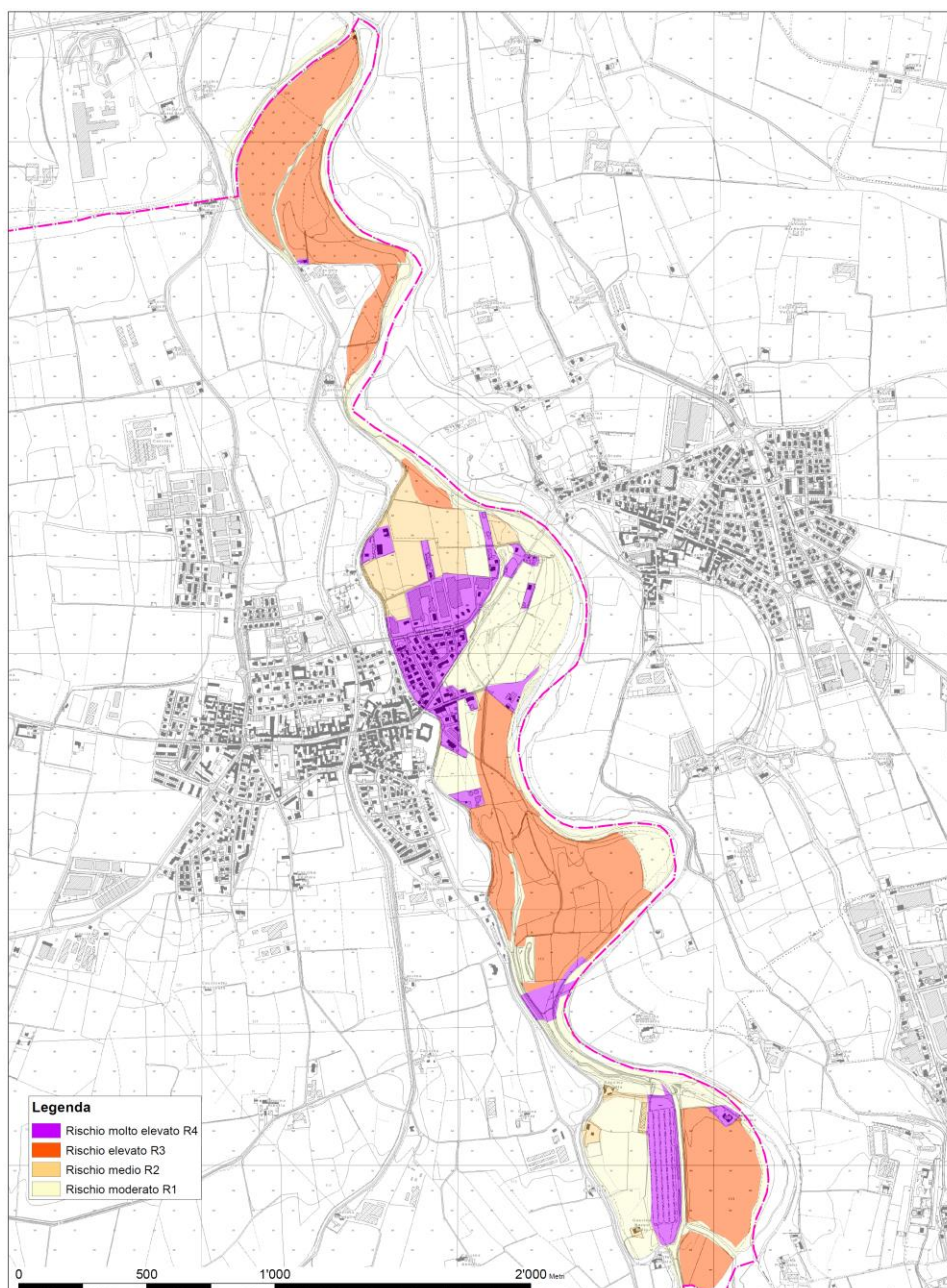
La Mappa del rischio del PGRA relativa al territorio di Calcio è illustrata in Figura 7.2 riportata di seguito.

In ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, 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.

Di conseguenza l'Amministrazione Comunale ha incaricato l'Ing. Giuseppe Rossi di effettuare uno **Studio idraulico di approfondimento locale per la valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità nelle aree classificate R4 a rischio molto elevato del PGRA** ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 .

**Tale studio è attualmente (ottobre 2022) in corso. Non appena saranno pronti i risultati dello studio idraulico ed in particolare la Carta di pericolosità, sarà possibile aggiornare la Carta di fattibilità e le Norme Geologiche di Piano.**

Nelle more del completamento della valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, in ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, par. 3.1.4, all'interno delle aree classificate R4, è facoltà del Comune 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).



**Figura 7.3** – Mappa del rischio del PGRA per il territorio di Calcio

## 8 IDROGEOLOGIA

### 8.1 Descrizione della struttura idrogeologica

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). Come illustrato nel cap. 3 il settore occidentale del territorio comunale è costituito prevalentemente da sedimenti fluvioglaciali ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi. Nel settore orientale, coincidente con la piana fluviale dell'Oglio, sono presenti depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, localmente sabbioso-limosi o limoso-argillosi, sovrastanti ai depositi fluvioglaciali antichi.

Per evidenziare la struttura idrogeologica è stata elaborata una sezione idrogeologica, con andamento grosso modo E-W (sezione A-A'), la cui traccia è riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO.

La sezione interessa sia il livello fondamentale della pianura che la valle fluviale ed evidenzia la presenza in superficie di una unità idrogeologica ghiaioso-sabbiosa costituita prevalentemente da ghiaia e sabbia con livelli ciottolosi. Localmente sono presenti sottili lenti limoso-argillose.

Dalle stratigrafie dei pozzi risulta che questa unità ghiaioso-sabbiosa si spinge fino a circa 50 m di profondità.

Più in profondità è presente una unità idrogeologica a conglomerati costituita da alternanze di conglomerati, argille, ghiaie, sabbie e arenarie. Questa unità, attraversata dai pozzi comunali di via Fosse Ardeatine (n.1a) e di via Schiavette (n.2), si spinge fino a circa 85 m di profondità.

Inferiormente è presente un'unità più antica, detta "unità Villafranchiana", rappresentata da argille e argille limose grigio-azzurre contenenti livelli ghiaioso-sabbiosi. Questa unità è stata attraversata dal pozzo di via Fosse Ardeatine (n.1a) da -85 m a -150 m.

L'unità ghiaioso-sabbiosa e l'unità a conglomerati precedentemente descritte corrispondono ai "gruppi acquiferi A e B" nel lavoro Regione Lombardia, Eni Divisione Agip (2002)- *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia* a cura di C. Carcano e A. Piccin. S.EL.CA. (Firenze); la distinzione tra i gruppi acquiferi A e B non è facile a causa delle forti analogie litologiche che

derivano dall'ambiente deposizionale piuttosto simile. L'unità Villafranchiana corrisponde al "gruppo acquifero C".

L'unità ghiaioso-sabbiosa è caratterizzata da alta permeabilità e ospita una cospicua falda libera captata da numerosi pozzi privati. Tale falda viene alimentata dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e di quelle di alveo e di subalveo dei corsi d'acqua.

In profondità i livelli a bassa permeabilità dell'unità a conglomerati, caratterizzati da una certa continuità laterale, separano gli orizzonti acquiferi dando origine a falde semiconfinate.

## 8.2 Pozzi pubblici e privati

Nella tabella allegata di seguito sono riportati i dati dei pozzi pubblici e di quelli privati per i quali sono stati raccolti dati tecnici e stratigrafici. L'elenco pozzi deriva dallo Studio Geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G. del luglio 2003 (a cura del Dott. Geol. Stefano Fassini) ed è stato aggiornato nel corso del presente lavoro. Numerosi pozzi privati in questi ultimi 20 anni sono stati chiusi.

L'ubicazione dei pozzi è riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2), mentre le stratigrafie dei pozzi sono riportate a fine relazione.

L'approvvigionamento idrico comunale è fornito dai seguenti pozzi:

1. **Pozzo Via Schiappati (n. 1 - piccolo)**, realizzato nel 1971 con le seguenti caratteristiche:
  - profondità: 83 m
  - fenestrate: da 63 a 67 m, da 68 a 75 m, da 65 a 69 m, da 79 a 81 m;
  - portata di esercizio: 18 l/s
  - prova di portata (1971): portata 46 l/s; livello statico -7,7 m; livello dinamico -12,1 m
  - quota di riferimento (tombino): 126 m s.l.m.
2. **Pozzo Via Schiappati (n. 2 - grande)**, realizzato nel 1991 con le seguenti caratteristiche:
  - profondità: 150 m
  - fenestrate: da 56.50 a 58 m, da 62 a 63.50 m, da 65 a 69 m, da 79 a 85 m;
  - portata di esercizio: 30 l/s

- prova di portata (marzo 1991): portata 33.3 l/s; livello statico -11 m; livello dinamico: -14 m
- quota di riferimento (tombino): 126 m s.l.m.

3. **Pozzo Via Masa (n. 3)**, realizzato nel 1974 con le seguenti caratteristiche:

- profondità: 83.60 m
- fenestrature: da 61 a 66 m, da 68 a 71 m, da 75 a 80 m;
- portata di esercizio: 10 l/s
- prova di portata (1974): portata 29 l/s; livello statico: 7.6 m; livello dinamico: 16.5
- quota di riferimento: 125.50 m

I dati analitici riferiti a prelievi effettuati nei pozzi comunali, messi a disposizione da Uniacque, rilevati dal 2014 al 2020, non evidenziano particolari problematiche. Si tratta di acque medio-minerali, mediamente dure.

### 8.3 Piezometria

Sulla Tav. 2 è riportata la piezometria tratta dallo Studio Geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G. del luglio 2003, a cura del Dott. Geol. Stefano Fassini.

L'andamento della falda risulta abbastanza simile a quello delle piezometrie rilevate nel maggio e nel settembre 2014, riportate nel Programma di tutela e Uso delle Acque (PTUA) 2016.

In ottobre 2022 è stata da noi effettuata una campagna di misura del livello piezometrico nei pozzi privati distribuiti sul territorio comunale. Molti dei pozzi presenti nell'elenco contenuto nella Componente geologica del PGT vigente sono risultati chiusi; in altri pozzi è stato impossibile effettuare la misura del livello piezometrico perché la testa pozzo risulta sigillata.

Nella Tabella 8.1 riportata di seguito sono illustrate le misure piezometriche eseguite.

Nell'ottobre 2022 la falda risulta molto bassa in quanto nell'inverno, nella primavera e nell'estate 2022 le precipitazioni sono state scarse. Rispetto al 2003 la falda risulta più bassa di circa 2-3 m.

L'andamento delle isopieze è comunque piuttosto simile a quello del 2003 e a quello riportato nel PTUA.



Sulla Tavola 2 si è preferito riportare la piezometria del 2003 in quanto risulta la più alta tra quelle disponibili.

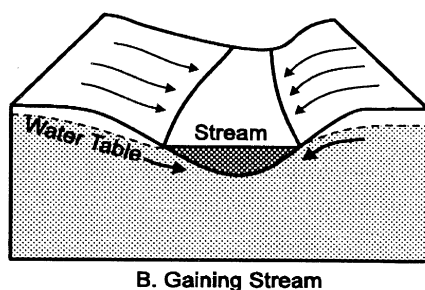
Pozzo N°	Quota testa pozzo (m s.l.m.)	l. s. (m dal p.c.)	Quota falda (m s.l.m.)	Indirizzo	Proprietà
7	112 m	-9,40 m	103,6	Cascina Cantaranella	
11	121 m	-11,65 m	110,35 m	Viale della Vittoria	Az. Agricola Di Pesenti
18	117,5 m	-9,20 m	107,8 m	Cascina Cantarana di sopra	
24	116,5 m	-11,50 m	105,50 m	Via per Calcio	Soc. Agr. Remiglie
40	117,0 m	-13,05 m	104,45 m	Cascina Pollini	Agricola Bariselli
42	118,5 m	-11,90 m	107,10 m	Vecchia Via per Pumenengo	Geom. Vezzoli
64	131 m	-11,4 m	121,60 m		
68	125,5 m	-9,8 m	116,20 m		
76	114 m	-7,50 m	110,5 m	Via Orsi 70 / Via Kennedy 5	Termoidraulica Salini
80	122 m	-8,20 m	114,8 m	Viale della Vittoria	Walmecc S.p.A.

**Tabella 8.1** - Misure piezometriche effettuate nell'ottobre 2022

La falda presenta una direzione di deflusso verso S nella zona occidentale del territorio comunale e verso SE nel settore orientale, verso l'Oglio.

La falda presenta una direzione di deflusso verso S-SE, con un leggero incurvamento verso SE nel settore orientale, verso l'Oglio.

La variazione è legata alla condizione alimentante della falda rispetto al fiume lungo tutta la sua lunghezza che comporta un richiamo verso nord delle isofreatiche. il Fiume Oglio richiama infatti le acque di falda che, conseguentemente, alimentano il corso d'acqua, secondo lo schema indicato in fig.8.1.



**Figura 8.1** – Sistema drenante, in cui il fiume drena le acque della falda. Fonte: U.S. Geological Survey

La quota della falda, in comune di Calcio, presenta un dislivello di circa 20 m, andando dai 125 m s.l.m. nella zona al confine con Civate al Piano, ai 105 m s.l.m. nella porzione più a sud, per un'estensione di circa 5 km. Il gradiente piezometrico medio è pari a circa il 4 ‰.

I dati evidenziano una netta differenza di soggiacenza della falda tra i pozzi situati sul livello fondamentale della pianura, dove la superficie piezometrica si trova tra 6 e 8 m di profondità dal piano campagna, e i pozzi presenti all'interno della valle del fiume Oglio, dove la falda si trova tra 1 e 3 metri di profondità dal piano campagna.

#### **8.4 Fontanili**

I fontanili sono una manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. Essi indicano il passaggio dall'alta alla media pianura e delimitano una fascia che attraversa tutta la pianura in senso trasversale, con variazioni di direzione anche notevoli.

La genesi delle risorgive è da collegarsi alla variazione della granulometria dei depositi che costituiscono la pianura, via via più fini in direzione sud. La diminuzione della permeabilità dell'acquifero superficiale induce l'avvicinamento al piano campagna del livello freatico che viene intersecato in corrispondenza di depressioni o cavità artificiali determinando l'emergenza delle acque di falda.

Depressioni naturali o artificialmente realizzate nel terreno possono intersecare la superficie piezometrica, determinando una fuoriuscita di acqua. L'uomo ha saputo sfruttare fin dal secolo XI questa situazione naturale, modificando l'emergenza dell'acqua e aumentando la produttività delle risorgive.

Un fontanile è composto da una testa che può avere varie forme e che generalmente è costituita da uno scavo profondo fino a 3-4 m rispetto al piano campagna. La testa delimita la zona all'interno della quale spesso sono infissi tubi che possono essere spinti nel sottosuolo fino a profondità di 5-10 m e che facilitano la risalita dell'acqua, essendo in grado di intercettare filetti idrici più profondi e dotati di carico idraulico maggiore. L'acqua viene raccolta in un canale, detto asta del fontanile.



I fontanili sono caratterizzati da portate piuttosto costanti con massimi in corrispondenza dell'irrigazione estiva o dei periodi con piovosità più elevata; nel corso degli ultimi anni si è assistito al prosciugamento dei fontanili situati più a nord e ad una diminuzione delle portate.

La causa del fenomeno va ricercata nel generale abbassamento del livello piezometrico della falda acquifera superficiale, legato a diversi fattori, tra i quali: il forte aumento dell'entità degli emungimenti effettuati attraverso i pozzi, la diminuzione delle acque che si infiltrano nel sottosuolo a causa dell'aumento delle superfici impermeabilizzate e della modifica delle precipitazioni.

I fontanili oltre a rivestire un notevole interesse dal punto di vista idrogeologico, costituiscono una testimonianza storica della cultura materiale dei luoghi e rappresentano elementi di un sistema di elevato valore ecologico e naturalistico, in quanto la costanza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali tipiche.

Nel territorio di Calcio sono presenti:

- il **capofonte e altre due risorgive che alimentano la Roggia Naviglietto** o Naviglietto di Calcio. Il capofonte (fotografia 8.1) è situato a Est del centro abitato, immediatamente a Nord della S.S. 11, e raccoglie lungo il suo tracciato le acque di altre due risorgive, una immediatamente prossima al capofonte (fotografia 8.2), l'altra nei pressi del depuratore comunale;
- il **fontanone Durada**, situato sul livello fondamentale della pianura, posto all'estremo Sud del territorio comunale, al confine con i Comuni di Fontanella e Pumenengo, immediatamente a Sud della Cascina Luogo Nuovo. Esso è costituito da un'asta con andamento in direzione Nord – Sud in direzione del Comune di Pumenengo: l'alveo è fortemente inciso rispetto al territorio circostante, tanto da essere sovrappassato dalle derivazioni delle rogge interessanti il Comune di Calcio: tale incisione è resa ancora più evidente dal fatto che il fontanile presenta un argine esterno alto circa 1.50 – 2.00 metri che lo sopralza rispetto alla campagna. L'argine e l'alveo del fontanile sono coperti da una folta vegetazione arbustiva ed arborea. All'atto dei sopralluoghi svolti per la redazione del presente studio il capofonte risultava asciutto.



*Fotografia 8.1 - Capofonte della Roggia Naviglietto*



*Fotografia 8.2 - Ramo di risorgiva che alimenta la Roggia Naviglietto*



## 8.5 Vulnerabilità delle acque sotterranee all'inquinamento

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). I parametri su cui si basa 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 ( $ID = \sum I*P$ ). 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 8.2 - Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)

Nel territorio di Calcio sono state individuate le seguenti situazioni differenti: il livello fondamentale della pianura e la valle del fiume Oglio, all'interno della quale sono state distinte le aree più depresse da quelle debolmente più rilevate.

Per il livello fondamentale della pianura l'analisi dei parametri sopra esposti ha portato ad attribuire i punteggi riportati nella seguente tabella. L'indice Drastic risulta pari a 158 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	5-10 m	6	5	30
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 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	3,2 - 4,6 m/s *10 <sup>-4</sup>	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>158</b>

*Tabella 8.3 - Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti al livello fondamentale della pianura*

All'interno della Valle dell'Oglio sono state distinte le aree caratterizzate da alluvioni più antiche, situate in posizione debolmente rilevata rispetto al resto della piana fluviale, contraddistinte da soggiacenza compresa tra 5 e 10 m. Come evidenziato nella tabella 8.4 in queste aree la vulnerabilità risulta alta (ID = 164).

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	5-10 m	6	5	30
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	0-2 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	3,2 - 4,6 m/s *10 <sup>-4</sup>	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>164</b>

*Tabella 8.4 - Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti alle aree più rilevate poste nella Valle dell'Oglio*

Nelle aree più depresse poste nella Valle dell'Oglio la vulnerabilità risulta molto alta (ID = 174).

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
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	0-2 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	3,2 - 4,6 m/s *10 <sup>-4</sup>	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>174</b>

*Tabella 8.5 - Intervalli di valori dei parametri analizzati e relativi punteggi riferiti alle aree più depresse poste nella Valle dell'Oglio*

Le aree caratterizzate da vulnerabilità alta e molto alta sono state riportate sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2) e sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5).

## 9 CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4) 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.

#### **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

## AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

### Zona di tutela assoluta e Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile.

Le aree sono state individuate secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94). La zona di rispetto dei pozzi comunali ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione.

## VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

### Fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

Tali fasce, tratte dal *Documento di Polizia Idraulica del reticolo idrico minore - aggiornamento 2022*, sono state individuate per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale e al reticolo minore di competenza comunale.

## VINCOLI DI CARATTERE URBANISTICO

### Fascia di tutela del reticolo privato di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Nell'ambito del *Documento di Polizia Idraulica del reticolo idrico minore - aggiornamento 2022* sono state individuate le fasce di tutela lungo alcune aste idriche private di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Le attività ammesse e quelle vietate lungo i corsi d'acqua e nelle fasce di rispetto sono normate dal REGOLAMENTO DELL'ATTIVITÀ DI POLIZIA IDRAULICA che è stato anch'esso aggiornato.

Sulla Carta dei Vincoli è inoltre riportato il perimetro del Parco Naturale Oglio Nord.

## 10 CARTA DI SINTESI

Sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5) 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.

### *AREA POTENZIALMENTE INTERESSATA DA FENOMENI DI DISSESTO*

#### Zona di ciglio di scarpata.

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 tale scarpata che delimita la Valle dell'Oglio e che quindi è percepita da osservatori posti nella piana fluviale.

### *AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO*

#### Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee molto alto

Si tratta di aree appartenenti alla Valle dell'Oglio, caratterizzate da bassa soggiacenza della falda acquifera.

#### Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto

È stato attribuito a tutto il territorio situato sul livello fondamentale della pianura, oltre che ad alcune aree appartenenti alla Valle dell'Oglio, situate in posizione debolmente rilevata e quindi caratterizzate da soggiacenza della falda maggiore di 5 m e da suoli generalmente contraddistinti da un grado di protettività migliore rispetto alle aree ribassate.



### *AREA AD ALTO VALORE GEOMORFOLOGICO E NATURALISTICO*

#### Area di interesse geomorfologico-paesistico: Valle del F. Oglio.

È stata così delimitata la valle fluviale, al cui interno sono presenti aree caratterizzate da forme fluviali ben conservate, una parte dell'abitato di Calcio e aree sfruttate intensamente dall'agricoltura per cui le originali forme e differenze altimetriche sono talora poco distinguibili a causa di interventi di livellamento e ricomposizione fondiaria.

Tuttavia, nell'insieme tali aree compongono un paesaggio geomorfologico unitario di notevole interesse.

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.

## 11 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.

Brescia, Ottobre 2022

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli