

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA****INDICE**

1	PREMESSA.....	3
2	RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA .....	5
3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	7
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	7
3.2	DESCRIZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA.....	7
3.3	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	10
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 .....	16
5.4.1	Effetti litologici .....	16
6	RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE .....	19
6.1	PREMESSA .....	19
6.2	FIUME OGLIO.....	20
6.3	RETICOLO IDRICO MINORE, ALTRE ASTE IDRICHE E FONTANILI .....	21
7	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	26
7.1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA IDROGEOLOGICA .....	26

7.2	POZZI PUBBLICI E PRIVATI.....	27
7.3	PIEZOMETRIA .....	28
7.4	VULNERABILITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE ALL'INQUINAMENTO .....	28
8	RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	
	31	
8.1	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO	
	31	
8.2	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI BERGAMO ...	31
9	CARTA DEI VINCOLI .....	32
10	CARTA DI SINTESI .....	34
11	DESCRIZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE	
	DI ATTUAZIONE.....	36
12	CONCLUSIONI.....	42

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione viene definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio di Calcio in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12. Lo studio è stato condotto secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 e della D.G.R. 28/05/2008 n.8/7374.

Lo studio delle caratteristiche geologiche del territorio ha sostanzialmente due obiettivi. Il primo è la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e con le condizioni di sismicità del territorio. A tale scopo vengono definite le aree che possono essere interessate da situazioni di pericolo (dissesti, allagamenti, amplificazioni dei danni di un terremoto, ecc.).

Il secondo obiettivo è l'individuazione delle risorse presenti che si ritiene debbano essere tutelate, come la falda acquifera, i fontanili, le aree umide, gli elementi morfologico-paesistici che caratterizzano il paesaggio, ecc.

Lo studio della componente geologica del Piano di Governo del Territorio è stato suddiviso nelle seguenti fasi di lavoro: 1) fase di analisi, 2) fase di sintesi/valutazione e 3) fase di proposta.

Per l'inquadramento del territorio sono stati utilizzati i dati già contenuti nello *Studio geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G.* prodotto nel 2003 (Dott. Geol. Stefano Fassini), opportunamente integrati con gli approfondimenti richiesti dai criteri contenuti nella D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566.

Sono state quindi prodotte la CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1) e la CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2).

La prima illustra, oltre alle caratteristiche geologiche, le forme ed i processi geomorfologici più significativi ai fini della valutazione della pericolosità indotta da fenomeni di tipo geologico. Evidenzia inoltre gli elementi morfologici che strutturano il paesaggio.

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio è finalizzato soprattutto alla tutela delle risorse idriche sotterranee ed in particolare di quelle captate dall'acquedotto comunale. Sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO è stato riportato il reticolo idrico principale, il reticolo minore e i più importanti canali

privati, così come risulta dallo *Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore. Revisione a seguito della sentenza T.S.A.P. 21 09.2004 e dell'aggiornamento della base cartografica* (ZILIANI L., DI PASQUALE A., 2009).

È stata inoltre effettuata una analisi dell'amplificazione sismica locale secondo la metodologia contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. 28/05/2008 n.8/7374, considerato che il Comune di Calcio risulta in zona sismica 2 secondo l'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003. A tal fine è stata predisposta la CARTA DI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 3).

È stata prodotta la CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4) sulla quale sono state riportate le Fasce Fluviali individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po lungo il F. Oglio. La delimitazione delle fasce fluviali è stata tratta dalla cartografia del PAI alla scala 1:25.000 e riportata sulle carte di piano (scala 1:5.000); questo passaggio ha comportato modesti aggiustamenti dei limiti delle fasce per adeguarli alla morfologia locale meglio rappresentata dalla base aerofotogrammetrica.

Sulla base delle analisi effettuate è stata prodotta una zonazione del territorio in funzione della pericolosità geologica ed idrogeologica. Il territorio è stato quindi suddiviso in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità, rappresentate sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5).

La sovrapposizione critica di queste due ultime cartografie ha portato alla redazione della CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAV. 6) che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti.

Si allegano:

- TAV. 1: CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA - scala 1:5.000
- TAV. 2: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO - scala 1:5.000
- TAV. 4: CARTA DI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE - scala 1:5.000
- TAV. 5: CARTA DEI VINCOLI - scala 1:5.000
- TAV. 6: CARTA DI SINTESI - scala 1:5.000
- TAV. 7: CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO - scala 1:5.000

## 2 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA

L'indagine geologica sul terreno è stata preceduta da una ricerca bibliografica, finalizzata al reperimento di informazioni e documenti utili a migliorare la conoscenza del territorio in esame.

Oltre allo *Studio geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G.* prodotto nel 2003 dal Dott. Geol. Stefano Fassini, per quanto riguarda l'inquadramento geologico e geomorfologico, sono stati consultati: il Sistema Informativo Territoriale regionale e quello provinciale, 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. In particolare si è fatto riferimento al foglio 46 *Treviglio* della *Carta geologica d'Italia* (scala 1:100.000), alla *Carta geologica della Provincia di Bergamo* Scala 1:50000 e agli studi preliminari al Piano Territoriale del Parco dell'Oglio Nord.

Riguardo alla pericolosità sismica sono stati consultati i seguenti lavori:

- A.A.V.V. (1989) - *Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- 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.
- BARONI C. & VERCESI P.L. (1989) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. In: FONDAZIONE BRESCIANA PER LA RICERCA SCIENTIFICA: "Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione". Ed. Ramperto, Brescia.
- BONI A., PELOSO G.F. (1982) - *Dati sulla neotettonica dei fogli 34 "Breno", 47 "Brescia", di parte dei fogli 35 "Riva" e 48 "Peschiera del Garda"*. In: C.N.R. - "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta neotettonica d'Italia", pubbl.506 P.F. Geodinamica.
- FACCIOLI E. (1986) - *Elementi per una guida alle indagini di Microzonazione sismica*. Quaderni de "La Ricerca Scientifica" n.114. C.N.R., Roma.

- FASSER G. (2007) – Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. del Comune di Chiari.
- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (2004) - *Mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003, n.3274, All.1.*
- LANZO G., SILVESTRI F. (1999) - *Risposta sismica locale: Teoria ed esperienze.* Argomenti di ingegneria geotecnica, Hevelius Edizioni.
- PERGALANI F., COMPAGNONI M. (2005) - *Metodi di valutazione della risposta sismica locale con particolare riferimento alla modellazione numerica: alcuni casi reali* . Contributo al Corso "Geologia e geotecnica in prospettiva sismica", Pavia 10 novembre 2005.
- SERVIZIO GEOLOGICO DELLA REGIONE LOMBARDIA e ISTITUTO DI RICERCA SUL RISCHIO SISMICO DEL C.N.R. (1996) - *Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia.* Milano.
- SERVIZIO SISMICO NAZIONALE - Rischio sismico 2001

Relativamente all'idrogeologia i principali lavori consultati sono:

- BONOMI T., VERRI 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.
- 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.
- ZILIANI L., ZILIANI R., MINELLI R. (1993) - *Studio delle caratteristiche geologico-ambientali del territorio di Rudiano.*
- ZILIANI L. (2006) - *Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di Urago d'Oglio.* Committente: Amministrazione Comunale di Urago d'Oglio.

### **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 fluvio-glaciali. 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).

Anche dal punto di vista geomorfologico si riconoscono 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 fluvio-glaciale (livello fondamentale della pianura) prodotta alla fine del Pleistocene dagli scaricatori fluvio-glaciali 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 fluvio-glaciali. 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 fluvio-glaciali 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.

### *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 paleoalvei 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 la 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.

Il 5 marzo 2008 è entrato in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 contenente la nuova normativa tecnica associata alla classificazione sismica. Tale decreto sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005, fatto salvo il periodo di monitoraggio di 18 mesi durante il quale si possono utilizzare per la progettazione sia le norme del D.M. 14 gennaio 2008, sia le norme previgenti. In tal caso per i comuni in zona 2, come Calcio, si possono usare le specifiche di "sismicità media" (S=9).

Fanno eccezione le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003, per le quali si applicano da subito le norme del D.M. 14 gennaio 2008.

### **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.8/7374 del 28 maggio 2008, 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	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o 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



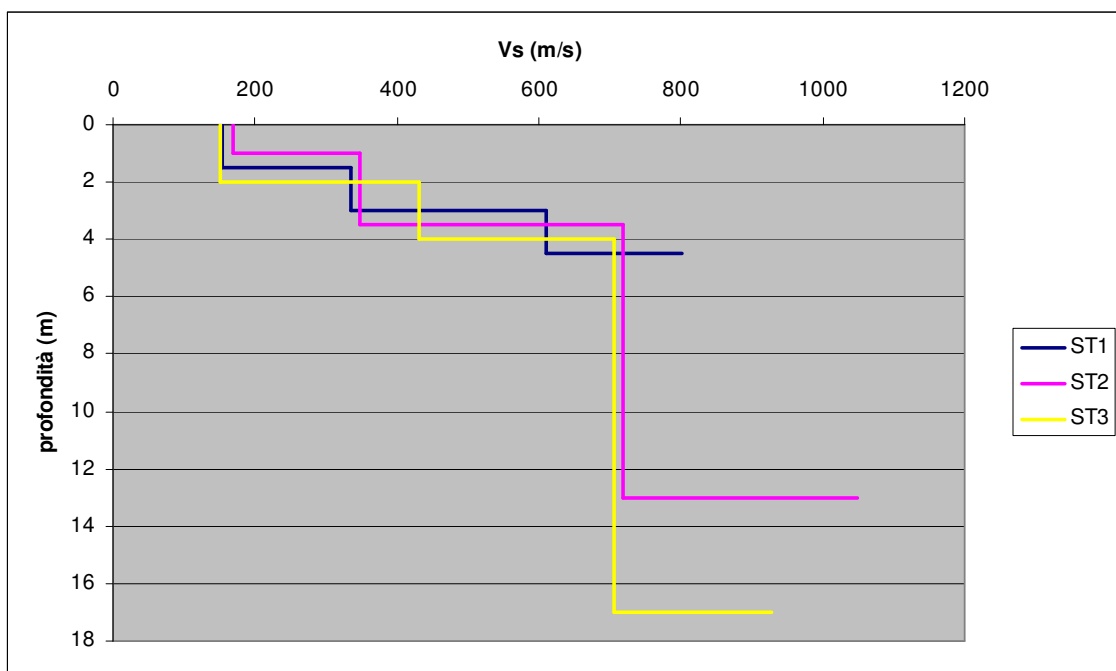
profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s ed in particolare lo spessore e la velocità  $V_s$  di ciascuno strato.

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.



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 20 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 Calcio è possibile assegnare una  $V_{s30} > 360$  m/s.

Ai sensi del D.M. 14/05/2008 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.8/1566 del 22/12/2005, di ottenere dei valori di  $F_a$  (fattore di amplificazione) pari a  $F_a = 1.1 \div 1.2$  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  $F_a$  ( $F_a$  abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Calcio per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa abaco	Soglia norma Categoria di sottosuolo B	Fa abaco	Soglia norma Categoria di sottosuolo B
1.1 ÷ 1.2	1.5 + 0.1	1.0 ÷ 1.1	1.7 + 0.1

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

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per il territorio di Calcio la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

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 RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

### 6.1 PREMESSA

In attuazione della L.R. 1/2000 e seguendo le direttive contenute nella D.G.R. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 modificata con D.G.R. 1 agosto 2003 n° 7/13950 è stato aggiornato il documento relativo al reticolo idrico presente sul territorio del Comune di Calcio (*Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore - Revisione a seguito della sentenza T.S.A.P. 21 09.2004 e dell'aggiornamento della base cartografica* (ZILIANI L., DI PASQUALE A., 2009). A tale documento si rimanda per qualsiasi approfondimento.

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

Le fasce di rispetto sono invece riportate sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4), distinguendo: il reticolo idrico principale di competenza regionale, i corsi d'acqua di competenza comunale, il reticolo di competenza del Consorzio di Bonifica "Naviglio Vacchelli" ed i canali privati per l'esercizio di concessione di acqua pubblica ritenuti di rilevante importanza idraulica, paesistica e ambientale.

L'individuazione delle fasce di rispetto ha tenuto conto dei risultati del presente studio geologico e geomorfologico. Le fasce così individuate 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.

Il Naviglio Civico di Cremona ed il Naviglio Pallavicini sono espressamente citati dall'art. 21, comma 5 della Normativa del Piano Paesaggistico – Piano territoriale della Regione Lombardia (2008) per la rilevanza paesaggistica.

Le norme di tutela dei corsi d'acqua e dei canali artificiali di rilevante importanza idraulica e le norme per le fasce di rispetto sono allegate allo *Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore (Norme generali di tutela dei corsi d'acqua e regolamento dell'attività di polizia idraulica sul reticolo idrico minore di competenza*

*comunale*). Tale documento consente all'Amministrazione Comunale di effettuare le attività di Polizia Idraulica sui corsi d'acqua del reticolo minore di propria competenza, ovvero le attività di controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, e di individuare le procedure da seguire e i riferimenti normativi sui corsi d'acqua e i canali artificiali di competenza di altri Enti.

## 6.2 FIUME OGLIO

Tra i corsi d'acqua presenti nel Comune di Calcio l'elenco della D.G.R. 1 ottobre 2008 n° 8/8127 riporta come appartenente al reticolo idrico principale il Fiume Oglio. Su questo corso d'acqua l'esercizio delle attività di polizia idraulica compete alla Regione.

Il Fiume Oglio si origina a quota 1375 in località Pezzo, Comune di Ponte di Legno, dalla confluenza dei torrente 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.

Nel territorio di Calcio il fiume scorre all'interno della sua valle fluviale, incassata di 10-15 metri rispetto al livello fondamentale della pianura. 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.

Attualmente il fiume è difeso in alcuni tratti da arginature, in altri la sponda è rinforzata da rivestimenti protettivi, costituiti da blocchi rocciosi cementati. L'Oglio presenta un alveo con isole e barre fluviali che possono cambiare forma e posizione durante le piene.

All'interno della valle dell'Oglio l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha individuato le Fasce Fluviali che sono state recepite nelle tavole dello studio geologico (CARTA DEI VINCOLI, TAV. 4). Le fasce sono suddivise in: "fascia di deflusso della piena" (Fascia A), "fascia di esondazione" (Fascia B) e "area di inondazione per piena catastrofica" (Fascia C). La delimitazione delle fasce A e B è stata effettuata fissando in 200 anni il tempo di ritorno della piena di riferimento, mentre per la fascia C si è assunta 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.

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2) sono indicate le aree periodicamente allagate. La delimitazione di queste aree si è basata sia sui dati relativi agli ultimi eventi 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.

### **6.3 RETICOLO IDRICO MINORE, ALTRE ASTE IDRICHE E FONTANILI**

Il reticolo idrografico di Calcio, data la natura pianeggiante e ad uso agricolo del territorio comunale, risulta caratterizzato principalmente dalla presenza di una fitta rete canali artificiali ad uso irriguo.

Tali canali, scavati in generale in epoca storica (indicativamente a partire dal XIV secolo), presentano in generale adduttrici principali che si diramano direttamente dal Fiume Oglio a monte o all'interno del territorio comunale di Calcio, e attraversano successivamente il territorio comunale in direzione da Nord-Est a Sud-Ovest e una serie di bocche irrigue che alimenta una rete di adduttori molto ramificati, asciutti al di fuori del periodo dell'irrigazione.

Il territorio comunale di Calcio ricade nel territorio di competenza di due Consorzi di Bonifica differenti, i cui comprensori sono delimitati dal percorso del Naviglio Civico di Cremona:

- il Consorzio di Bonifica “della Media Pianura Bergamasca” non risulta operativo sul Comune di Calcio;
- il Consorzio di Bonifica “Naviglio Vacchelli” risulta operativo sul Comune di Calcio: esso gestisce, per mezzo di consorzi irrigui ad esso aderenti, il Naviglio Civico di Cremona ed alcune delle aste da esso derivate, vale a dire: Roggia Rondinina, Roggia Quaresima, Roggia Abbada, Roggia Panizzarda e Roggia Cantaranella.

Le aste idriche principali che attraversano il territorio comunale o che interessano il territorio comunale con le proprie derivazioni sono, procedendo da Nord verso Sud:

1. la **Roggia Donna**, che si deriva dal Fiume Oglio in territorio di Cividate al Piano, a Nord del Comune di Calcio. Nell'area a Nord del centro abitato essa corre in direzione Nord – Sud lungo il lato orientale della S.P. che collega Cividate a Calcio. In tale tratto l'alveo della Roggia è costituito da un canale in terra, che corre al piede della Strada Provinciale.

All'inizio del centro abitato dalla Roggia si origina in sponda destra la Roggia Marianna, attraverso un manufatto di derivazione a risalto.

In corrispondenza con l'incrocio con la S.S. n. 11, la Roggia Donna viene intubata. A valle del tratto intubato la Roggia si divide in una serie di rami secondari che svolgono la funzione irrigua nella parte sud – orientale del territorio comunale.

Tali rami sono in massima parte costituiti da canalette prefabbricate in calcestruzzo.

2. il **Naviglio Civico di Cremona**, che si origina dal Fiume Oglio attraverso un'opera di presa comune alla Roggia Antegnata, posta al confine tra Cividate al Piano e Calcio.

Il Naviglio Civico di Cremona, citato al comma 5 dell'art. 21 della Normativa del Piano Paesaggistico – Piano territoriale della Regione Lombardia (2008) per la rilevanza paesaggistica, attraversa il territorio comunale di Calcio con un andamento prevalente in direzione Nord - Sud.

L'alveo del Naviglio Civico di Cremona presenta dimensioni trasversali cospicue, comprese tra 7 e 10 metri.

Al di fuori del centro abitato l'alveo risulta costituito da una canalizzazione arginata in terra: in svariati tratti dell'alveo (particolarmente a Sud del centro abitato) l'arginatura in terra risulta rinforzata con ciottoli disposte a file parallele.

All'interno del centro abitato, gli argini del canale risultano costituiti in linea generale da recinzioni e muri d'argine: sono presenti inoltre alcuni fabbricati edificati esattamente in fregio al canale.

Il Naviglio Civico di Cremona svolge la funzione irrigua all'interno del territorio comunale di Calcio, attraverso una serie di bocche poste per la maggior parte in sponda sinistra, dalle quali si origina la rete di canalizzazioni secondarie che innerva il territorio sudorientale del Comune.

3. La **Roggia Antegnata**, derivata dal Fiume Oglio mediante una traversa comune al Naviglio Civico di Cremona.

A nord del centro abitato di Calcio essa corre approssimativamente parallela al Naviglio Civico di Cremona stesso: in tale tratto essa corre all'interno di un alveo arginato in terra.

A sud del centro abitato, per un primo tratto (fino alla cascina Torchio) la Roggia Antegnata corre parallelamente al Naviglio Civico di Cremona, lungo il lato orientale della Strada Comunale Fontanella, laddove quest'ultimo corre lungo il lato occidentale.

Anche in tale tratto la Roggia Antegnata è caratterizzata dall'aver un alveo arginato in terra.

All'altezza della Cascina Torchio la roggia piega bruscamente in direzione Ovest, in direzione del Comune di Antegnate, attraversando il Naviglio Civico in ponte canale: nel tratto a Ovest del ponte canale l'alveo della Roggia Antegnata risulta nuovamente costituito da un canale in terra, fortemente inciso rispetto al terreno circostante, sul fondo del quale è stata posata una canaletta prefabbricata in calcestruzzo.

4. La **Roggia del Molino** o Roggia Calciana, che si deriva dal Fiume Oglio con una propria opera di presa nei pressi della Cascina Lavello.

Essa corre in direzione Nord – Sud a lambire il lato orientale del centro abitato di Calcio, per poi confluire nel Naviglio Pallavicini in territorio comunale di Pumenengo, immediatamente a sud del Comune di Calcio.

In territorio di Calcio la Roggia corre lungo la sommità della scarpata morfologica principale del Fiume Oglio: tale andamento è particolarmente evidente a Sud dell'abitato ove essa corre per un primo tratto in fregio ad una strada privata d'argine, e poi direttamente in fregio alla strada comunale di collegamento tra Calcio e Pumenengo.

Al di fuori del centro abitato l'alveo della Roggia è costituito da un canale in opera in calcestruzzo trapezoidale; all'interno del centro abitato la Roggia corre incassata in un alveo di tipo artificiale, delimitato da muri di recinzione delle proprietà o di sostegno delle strada; è presente anche un tratto tombato.

5. Il **Naviglio Pallavicini** o Naviglio Grande Pallavicino, che si deriva dal Fiume Oglio con una propria opera di presa nei pressi della Cascina Lavello presso la Cascina Borella e, dopo un tratto in parallelo al Fiume Oglio in fregio all'allevamento ittico,

esce dal territorio comunale di Calcio per innervare il territorio compreso tra il Fiume Oglio e il Fiume Po nell'ambito del sistema facente capo al Canale Vacchelli. Il Naviglio Pallavicini è citato dall'art. 21, comma 5 della Normativa del Piano Paesaggistico – Piano territoriale della Regione Lombardia (2008) per la rilevanza paesaggistica.

Oltre ai sopra citati canali derivati dal Fiume Oglio si deve evidenziare altresì la presenza di un canale originato da un fontanile, scavato in epoca storica e soggetto nel corso degli anni a vari interventi di sistemazione e risagomatura, ovvero la **Roggia Naviglietto** o Naviglietto di Calcio.

Il Naviglietto si origina da un capofonte posto a Est del centro abitato, immediatamente a Nord della S.S. 11, e raccoglie lungo il suo tracciato le acque di altri due fontanili, uno immediatamente prossimo al capofonte, l'altro nei pressi del depuratore comunale.

Il Naviglietto percorre il territorio comunale di Calcio in direzione Nord – Sud, nell'area che si trova tra l'argine destro del Fiume Oglio ed il rilevato in sommità del quale corre la Roggia del Molino.

La roggia è caratterizzata dall'avere un alveo in terra, con folta vegetazione arbustiva ed arborea sulle sponde ed un aspetto lungo tutto il tracciato prossimo alle condizioni naturali.

A Sud del centro abitato le acque del Naviglietto vengono integralmente recapitate all'interno dell'allevamento ittico, in base ad una convenzione tra l'Ente gestore del canale e la proprietà dell'allevamento stesso.

A Sud dell'allevamento tali acque vengono restituite al Naviglio Pallavicini contestualmente alle acque prelevate da quest'ultimo per le esigenze dell'allevamento.

A completamento della descrizione dell'idrografia del territorio comunale di Calcio deve essere evidenziata la presenza di un capofonte di risorgiva, il **Fontanone Durada**, posto all'estremo Sud del territorio comunale, al confine con i Comuni di Fontanella e Pumenengo, immediatamente a Sud della Cascina Luogo Nuovo.

Tale corso d'acqua è di fatto l'unico altro corso d'acqua naturale insieme al Fiume Oglio interessante il Comune di Calcio.



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.

Le condizioni del corso d'acqua sono sostanzialmente quelle naturali.

All'atto dei sopralluoghi svolti per la redazione del presente Studio il capofonte risultava però asciutto.

## 7 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

### 7.1 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 fluvio-glaciali 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 fluvio-glaciali 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.

L'unità ghiaioso-sabbioso 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.

## 7.2 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. La loro ubicazione 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 Fosse Ardeatine (n. 1a)**, realizzato nel 1991 con le seguenti caratteristiche:
  - profondità: 150 m
  - fenestrature: da 56.50 a 58 m, da 62 a 63.50 m, da 65 a 69 m, da 79 a 85 m;
  - portata: 33.3 l/s (marzo 1991)
  - livello statico: 11 m (marzo 1991)
  - livello dinamico: 14 (marzo 1991)
  - quota di riferimento (tombino): 126 m s.l.m.
  
2. **Pozzo Via Schiavette (n. 2)**, 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: 29 l/s (1974)
  - livello statico: 7.6 m (1974)
  - livello dinamico: 16.5 (1974)
  - quota di riferimento: 125.50 m

Si segnala la presenza di un pozzo comunale chiuso in Via Schieppati (n. 1), datato 1971.

### 7.3 PIEZOMETRIA

Sulla Tav. 2 sono riportate le isopieze tratte dallo Studio Geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G. del luglio 2003, a cura di Dott. Geol. Stefano Fassini

La falda presenta una direzione di deflusso verso S nella zona occidentale e 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 netto richiamo verso nord delle isofreatiche.

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.

### 7.4 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 ( $ID = \sum I \cdot P$ ). 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

*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 163 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>

*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 seguente 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>

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

	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>

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

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

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).

## **8 RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA**

### **8.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO**

Il presente studio geologico recepisce le Fasce Fluviali individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po lungo il F. Oglio nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI).

Esse sono riportate sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4).

### **8.2 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI BERGAMO**

Per quanto riguarda il PTCP l'analisi delle Tavole di interesse geologico-ambientale ad esso allegate consente di effettuare le seguenti considerazioni.

**D1 – Geologia e Idrogeologia Tav. 1.3.A Carta degli elementi di criticità in ambito di pianura:** per il territorio di Calcio sono segnalate una vulnerabilità idrogeologica elevata, la presenza delle fasce PAI e la presenza di rischio sismico.

Tutti questi elementi sono stati analizzati nel presente studio.

**E1 – Suolo e Acque Tav. 1.0 Elementi di pericolosità e di criticità: compatibilità degli interventi di trasformazione del territorio:** il territorio di Calcio è inserito in un'area definita "*Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono essere assoggettati a puntuale verifica di compatibilità geologica ed idraulica (art. 44)*".

La normativa geologica proposta dal presente studio è in accordo con quanto proposto dalle norme del PTC della Provincia di Bergamo (art. 44, comma 1 delle NdA del PTCP).

Sulla cartografia sono riportate anche le fasce PAI recepite dal presente studio.

## 9 CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4) sono riportate tutte le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente idrogeologico individuate sulla base delle normative di legge attualmente vigenti.

*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)*

Fascia di deflusso della piena (Fascia A), Fascia di esondazione (Fascia B) e Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) del Fiume Oglio tratte dal PAI.

Si tratta delle aree individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po lungo il F. Oglio. La delimitazione delle fasce A e B è stata effettuata fissando in 200 anni il tempo di ritorno della piena di riferimento, mentre per la fascia C si è assunta 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.

### *AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI A SCOPO 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 del pozzo comunale 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 dallo *Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore. Revisione a seguito della sentenza T.S.A.P. 21 09.2004 e dell'aggiornamento della base cartografica* (L. Ziliani, A. Di Pasquale, 2009), sono state individuate per i corsi



d'acqua appartenenti al reticolo principale, al reticolo minore di competenza comunale e al reticolo di competenza del Naviglio Vacchelli.

#### *VINCOLI DI CARATTERE URBANISTICO*

Fascia ad alto grado di tutela delle aste idriche private di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Nell'ambito dello *Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore. Revisione a seguito della sentenza T.S.A.P. 21 09.2004 e dell'aggiornamento della base cartografica* (L. Ziliani, A. Di Pasquale, 2009) sono state individuate le fasce di rispetto lungo alcune aste idriche private di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Sulla tavola 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 nel territorio e precedentemente descritti. 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 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 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.

*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.

## **11 DESCRIZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE**

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel territorio di Calcio di aree a differente sensibilità nei confronti delle problematiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e idrogeologiche. Queste aree, sulla base delle limitazioni di tipo geologico in esse riscontrate, sono state attribuite a quattro classi e sono state cartografate nella CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (TAV. 6) realizzata in scala 1:5.000.

All'interno di ciascuna classe sono presenti differenti situazioni (sottoclassi) che sono state distinte in base al tipo di controindicazione o di limitazione alla modifica della destinazione d'uso. Laddove si verifica una sovrapposizione di due o più classi o sottoclassi, questa è indicata in carta. La descrizione delle classi, per maggiore chiarezza espositiva, è effettuata a partire dalla classe che presenta maggiori limitazioni.

Si sottolinea che gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste nel testo unico sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

### **CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI**

Le aree classificate all'interno di questa classe presentano gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso, in relazione all'alta pericolosità/vulnerabilità.

#### **4a - Zona di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile**

La zona di tutela assoluta delle opere di captazione, prevista dal D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94), deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio e deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e a infrastrutture di servizio.

**4b – Fascia A del PAI (Fascia di deflusso della piena).**

Al suo interno si applicano le norme di attuazione del PAI per le Fasce Fluviali, con particolare riguardo a quanto stabilito dagli articoli 1 (comma 6), 29, 32, 38, 38 bis, 39 e 41.

**4c – Fascia di rispetto dei corsi d'acqua:****4c1 - Reticolo idrico principale di competenza regionale (Fiume Oglio)****4c2 - Reticolo idrico minore di competenza comunale**

Al suo interno si applica il Regolamento allegato allo *Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore. Revisione a seguito della sentenza T.S.A.P. 21 09.2004 e dell'aggiornamento della base cartografica* (Ziliani L., Di Pasquale A., 2009).

**CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

All'interno delle aree definite in classe 3 andranno previsti, se necessario, interventi per la mitigazione del rischio.

**3a - Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.**

Le zone di rispetto delle captazioni comunali sono state definite mediante il criterio geometrico 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)*" (Deliberazione della G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137).

Al loro interno valgono le prescrizioni contenute al comma 4 dell'art. 94 del D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152.

L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art.94 comma 5 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione,

fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, è subordinata all'applicazione delle *Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*, contenute nella D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693.

Nelle zone di rispetto dei pozzi è vietato l'inserimento di insediamenti produttivi assoggettati alla disciplina di cui all'art.3 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n.4 (per quanto concerne lo smaltimento delle acque di prima pioggia).

### **3b - Fascia B del PAI (Fascia di esondazione del F. Oglio).**

Al suo interno si applicano le norme di attuazione del PAI per le Fasce Fluviali, con particolare riguardo a quanto stabilito dagli articoli 1 (comma 6), 30, 32, 38, 38 bis, 39 e 41.

### **3c - Fascia C del Pai (Fascia di inondazione per piena catastrofica del F. Oglio).**

In Fascia C sono vietati:

- a) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, jet. I);
- b) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Nella Fascia C sono unicamente consentiti:

- 1) Gli interventi di demolizione, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo così come definiti alle lett. a, b, c dell'art. 31 della L. 457/78.
- 2) La realizzazione o l'ampliamento di infrastrutture di interesse pubblico o fabbricati privati dovrà essere corredata di un adeguato studio di compatibilità

idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità Idraulica competente. In ogni caso le opere in realizzazione dovranno essere progettate mitigando la vulnerabilità delle strutture e degli impianti in relazione al fenomeno atteso.

- 3) Per le attività di tipo industriale /artigianale la zona stoccaggio rifiuti e materie prime deve essere individuata e strutturata in sicurezza rispetto al fenomeno atteso.
- 4) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- 5) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;
- 6) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
- 7) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

### **3d - 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 nelle quali 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 e, di conseguenza, vanno vietati quegli interventi che comportano una modifica della morfologia o un impatto paesistico negativo.

**3e – Area acclive (con pendenze generalmente maggiori del 35% - 20°) potenzialmente soggetta a fenomeni di dissesto idrogeologico.**

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.

É vietata la realizzazione di edifici.

Sul patrimonio edilizio esistente sono ammessi gli interventi di cui alle lettere a), b), e c) dell'art. 27, comma 1, della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono ammissibili infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, purché ne sia dimostrata la compatibilità con lo stato di rischio.

**3f - Area caratterizzata da grado di vulnerabilità della falda sotterranea molto alto e da bassa soggiacenza della falda acquifera.**

La realizzazione di nuovi edifici è subordinata all'effettuazione di un'indagine geologica, geotecnica e idrogeologica di dettaglio che valuti, oltre alle caratteristiche geotecniche dei terreni, la possibile oscillazione del livello della falda e determini la quota di massimo piezometrico.

È vietato l'inserimento di insediamenti produttivi assoggettati alla disciplina di cui all'art.3 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n.4 per quanto concerne lo smaltimento delle acque di prima pioggia.



**3g1 - Fascia di rispetto del reticolo di competenza del Consorzio di Bonifica "Naviglio Vacchella".**

**3g2 - Fascia di tutela dei canali privati di rilevante importanza idraulica, paesistica e ambientale.**

Al loro interno si applica il *Regolamento allegato allo Studio per la determinazione del Reticolo Idrico Minore. Studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore. Revisione a seguito della sentenza T.S.A.P. 21 09.2004 e dell'aggiornamento della base cartografica* (Ziliani L., Di Pasquale A., 2009).

## **CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI**

**2 - Area pianeggianti nelle quali le caratteristiche geotecniche dei terreni sono buone e la falda idrica non interferisce con il suolo ed il primo sottosuolo (profondità > 5 m); il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è comunque alto.**

Non si evidenziano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

In tali aree va direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

In caso di insediamenti potenzialmente idroinquinanti la relazione geologica e geotecnica da realizzare ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 verificherà anche la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

## 12 CONCLUSIONI

Nel territorio di Calcio sono ben distinti il settore orientale pianeggiante, a morfologia relativamente uniforme, e quello occidentale, rappresentato dalla Valle dell'Oglio, ribassato rispetto al precedente, caratterizzato dalla presenza di forme di erosione e di deposito lasciate dal fiume.

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, quindi dalla rete idrografica, dai fontanili e dalle forme fluviali rappresentate prevalentemente da barre e dossi erosivi, costituenti le porzioni rilevate, alternati a paleoalvei dell'Oglio, corrispondenti ad aree ribassate ed allungate, solitamente posizionati alla base delle scarpate erosive.

Localmente 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 all'interno del quale sono presenti forme fluviali ben conservate.

Si sottolinea la fragilità della scarpata che delimita la Valle dell'Oglio in quanto potrebbe essere interessata da fenomeni di instabilità, in particolare nei tratti più acclivi. Inoltre si segnala la rilevanza paesistica di tale scarpata che delimita la Valle dell'Oglio e che quindi è percepita da osservatori posti nella piana fluviale.

Dal punto di vista geologico il territorio è formato da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi: i sedimenti che costituiscono il settore di pianura sono più antichi e maggiormente addensati, mentre quelli che si trovano nella valle fluviale sono più recenti e più sciolti.

Non sono state evidenziate aree con terreni scadenti dal punto di vista geotecnico. Si raccomanda comunque, in applicazione del D.M. 14 gennaio 2008, di far precedere da indagini geologiche e geotecniche tutte quelle opere o interventi previsti dal decreto.

L'indagine sismica ha evidenziato che per il territorio di Calcio la possibile amplificazione sismica risulta modesta e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) è sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica. 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.

All'interno del presente lavoro è stato recepito il reticolo idrografico con le relative fasce di rispetto.

Dal punto di vista idrogeologico è presente un sistema acquifero con buona potenzialità contenuto nei depositi ghiaioso-sabbiosi, rappresentato da una falda libera.

Più in profondità sono presenti argille con intercalazioni conglomeratiche, ghiaiose o arenacee che sono sede di falde confinate.

La superficie della falda, che nei pozzi situati sul livello fondamentale della pianura si trova tra 6 e 10 m di profondità dal piano campagna, nei pozzi ubicati nella valle fluviale è situata a pochi decimetri di profondità. Nel territorio di Calcio la falda alimenta il Fiume Oglio.

Nella valle fluviale la limitata soggiacenza della falda e la permeabilità dei depositi determinano un grado di vulnerabilità variabile da alto a molto alto. Nel rimanente territorio il grado di vulnerabilità è comunque alto a causa dell'elevata permeabilità dei depositi che si trovano sopra la falda (non saturo) e di quelli che ospitano la falda stessa.

Brescia, settembre 2009

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli